

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE
UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

MARCEL GUIMARÃES DE LARA PINTO

FLORIANÓPOLIS
2015

MARCEL GUIMARÃES DE LARA PINTO

PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE
UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito parcial para obtenção do diploma de
graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Fernanda Fernandes Marchiori,
Dra.

FLORIANÓPOLIS

2015

MARCEL GUIMARÃES DE LARA PINTO


PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE ASSENTAMENTO DE
UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do diploma de
graduação em Engenharia Civil junto à Universidade Federal de Santa Catarina.



Prof. Dr. Luis Alberto Gómez
Coordenador do Curso

Apresentado para a banca examinadora composta:



Profª. Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.
Orientadora

Profª. Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Banca Examinadora

Eng. Márcio Ricardo Rosa.
Banca Examinadora

FLORIANÓPOLIS
2015

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado força e iluminado o meu caminho para que eu pudesse concluir essa etapa da vida.

Ao meu pai, Márcio, por além da amizade, ser minha referência como homem, como profissional engenheiro civil, e por me dar apoio e força para sempre seguir com meus objetivos.

A minha mãe, Vera Lúcia, pelo amor, carinho e dedicação, sempre ao meu lado dando força, pessoa fundamental na formação do meu caráter.

As minhas irmãs, Mariele, Ludimila e Marcela, pela amizade, carinho e dedicação que sempre tiveram comigo.

A minha namorada, Mayara, pelo amor, compreensão e paciência, fundamental na finalização deste trabalho.

A empresa SANEAN Engenharia e Consultoria, pela oportunidade de estágio, viabilizando assim este estudo.

Ao Serviço Municipal de Água e Esgoto de Tijucas/SC pelo apoio durante o levantamento do presente estudo de caso.

À minha orientadora, Professora Fernanda Fernandes Marchiori, que aceitou o desafio de me orientar. Sou muito grato pela amizade e conhecimento que me proporcionou não só neste trabalho, mas também nas atividades desenvolvidas em conjunto ao longo do curso.

À professora Cristine do Nascimento Mutti, ao Engenheiro Márcio Ricardo Rosa e a Engenheira e pesquisadora da fundação para desenvolvimento tecnológico da engenharia Camila Seigo Kato, que compõem a banca examinadora, pela disponibilidade e atenção despendida ao trabalho.

Agradecer ainda a todos os meus amigos, essenciais ao longo do curso, compartilhando momentos bons e ruins, sem eles o caminho seria mais difícil.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a obtenção de indicadores de produtividade RUP (Razão Unitária de Produção) da mão de obra no serviço de assentamento de uma rede de distribuição de água.

Para tanto, foi realizado levantamento em uma obra de ampliação de rede de distribuição de água no município de Tijucas/SC, onde foram abordados, além das características dos serviços, os fatores que influenciaram os índices de produtividade.

Foram caracterizados os serviços de retirada de pavimento, escavação das valas, assentamento da tubulação e reaterro, sendo a produtividade não mensurada apenas para o serviço de retirada de pavimento. Foram feitas 24 (vinte e quatro) observações entre os dias 03 de setembro e 08 de outubro de 2014, com uma carga horária diária de levantamento de 6 (seis) horas.

Os resultados obtidos para as RUP's diárias no serviço de escavação variou entre 0,04 à 0,63 Hh/m³, no assentamento entre 0,12 à 1,88 Hh/m e no reaterro entre 0,07 à 0,16 Hh/m³. Estes resultados apontaram que o indicador de produtividade RUP, foi influenciado diretamente por uma série de fatores registrados ao longo do processo, dentre eles, o rompimento de ligações de água e drenagem durante a execução. Isso ficou evidenciado pela grande variação de diferença obtida entre a mínima e a máxima das RUP's diárias nos serviços de escavação e assentamento, chegando a uma diferença de 93%.

Palavras-chaves: Índice de Produtividade RUP, produtividade, fatores influenciadores e rede de água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Proporção da população atendida por sistema de abastecimento de água e óbitos de menores de um ano por DIP (DATASUS, 2003).....	12
Figura 2 – Sistema de abastecimento de água.	17
Figura 3 – Esquema de uma rede ramificada.....	19
Figura 4 – Esquema de uma rede malhada com 4 anéis ou malhas.....	19
Figura 5 - Locação da Vala	21
Figura 6 – Fundo de vala com leito de areia	23
Figura 7 – Fundo de vala camada de concreto	23
Figura 8 - Detalhe conexão da Tubulação.....	24
Figura 9 - Aplicação da pasta lubrificante nas juntas.	24
Figura 10 - Marcação da Profundidade da Bolsa.	25
Figura 11 - Tubulação assentada.....	25
Figura 12 - Ancoragem das Conexões.....	26
Figura 13 - Procedimento para reaterro.	27
Figura 14 – Proteção da tubulação com canaletas e tampa de concreto.....	27
Figura 15 – Proteção tubulação com laje de concreto	28
Figura 16 – representação genérica de um sistema produtivo.....	29
Figura 17 - Formas de se avaliar a mão de obra.....	33
Figura 18 - Fatores que afetam a produtividade na mão de obra.....	36
Figura 19 - Etapas da Pesquisa	37
Figura 20 - Diário de Obra.....	39
Figura 21 - Tabela Coleta Homem hora e Quantidade de Serviço.....	40
Figura 22 - Traçado da rede de água.....	43
Figura 23– Retirada do paralelepípedo.	46
Figura 24 - Retirada de bloquetes.	46
Figura 25 - Marcação e corte do pavimento.....	47
Figura 26 - Retirada do pavimento cimentado.....	47
Figura 27 - Corte em piso cerâmico.	47
Figura 28 - Equipamento de Escavação.	48
Figura 29 - Escavação de vala.....	48
Figura 30 - Pasta lubrificante e sebo, respectivamente.....	49
Figura 31 – Lubrificação das pontas e bolsas.	49

Figura 32 - Posicionamento da tubulação na vala.....	50
Figura 33 - Encaixe final do tubo com auxílio da escavadeira.	50
Figura 34 - Instalação de peças e conexões.....	51
Figura 35 - Reaterro das valas.	52
Figura 36 - Interferência: ligações de esgoto	53
Figura 37 - Rede e ligação de água rompida, respectivamente	53
Figura 38 - Rompimento rede de drenagem	54
Figura 39 – Gráfico dos índices de produtividades para operador de escavadeira...	57
Figura 40 - Gráfico dos índices de produtividades para equipe direta de assentamento.....	60
Figura 41 - Gráfico dos índices de produtividades para equipe direta de assentamento.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de custo do sistema convencional de abastecimento de água	14
Tabela 2 - Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para oficial operador e fatores influenciadores.....	56
Tabela 3 – Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para equipe direta e fatores influenciadores.	59
Tabela 4 – Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para operador de retroescavadeira.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Larguras mínimas a serem adotadas.	22
Quadro 2 - Recobrimento mínimo	22
Quadro 3 – Fatores que afetam os níveis de produtividade.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa.....	12
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	Delimitação	16
1.4	Estrutura do trabalho.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Rede de água.....	17
2.1.1	Definição e Importância.....	17
2.1.2	Tipos de Rede	18
2.1.3	Processo Construtivo de uma rede de água	20
2.2	Produtividade	29
2.2.1	Definição	29
2.2.2	Importância da Produtividade.....	31
2.2.3	Como medir produtividade	32
2.2.4	Fatores Influenciadores da Produtividade	34
3	MÉTODO DE PESQUISA	37
3.1	Passos Metodológicos	37
3.1.1	Revisão Bibliográfica.....	37
3.1.2	Entendimento da Obra e Serviços.....	38
3.1.3	Elaboração dos Instrumentos de Coleta de Dados	38
3.1.4	Coleta de Dados.....	41
3.1.5	Tratamento e Análise Crítica dos dados	41
3.1.6	Conclusão e Considerações finais	41
3.2	Descrição da obra	42
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	44
4.1	Caracterização da Mão de Obra	44
4.2	Caracterização dos Serviços.....	45
4.2.1	Retirada de pavimentos	45
4.2.2	Escavação de valas	48
4.2.3	Assentamento da tubulação.....	49

4.2.4	Instalação dos acessórios de rede	51
4.2.5	Reaterro das valas	52
4.3	Fatores Influenciadores.....	52
4.4	Levantamento de Produtividade.....	54
4.5	Sugestão para melhoria da produtividade.....	64
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	66
5.1	Conclusões	66
5.2	Sugestão para trabalhos futuros	67
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, devido à sua importância às necessidades humanas relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial.

Segundo Heller e Pádua (2006) o conceito de abastecimento de água, enquanto serviço necessário à vida das pessoas e das comunidades insere-se no conceito mais amplo de saneamento. Logo, compreende um conjunto de ações sobre o meio no qual vivem as populações, visando garantir a elas condições de salubridade, que protejam a sua saúde.

Os sistemas de Abastecimento de água, entre as melhorias do saneamento ambiental, são os que provocam maior impacto na redução das doenças infecciosas (Tsutiya, 2006). A Figura 1 mostra que na medida em que aumenta a cobertura dos serviços de água, cai a proporção de óbitos de crianças por DIP (Doenças Infecciosas e Parasitárias).

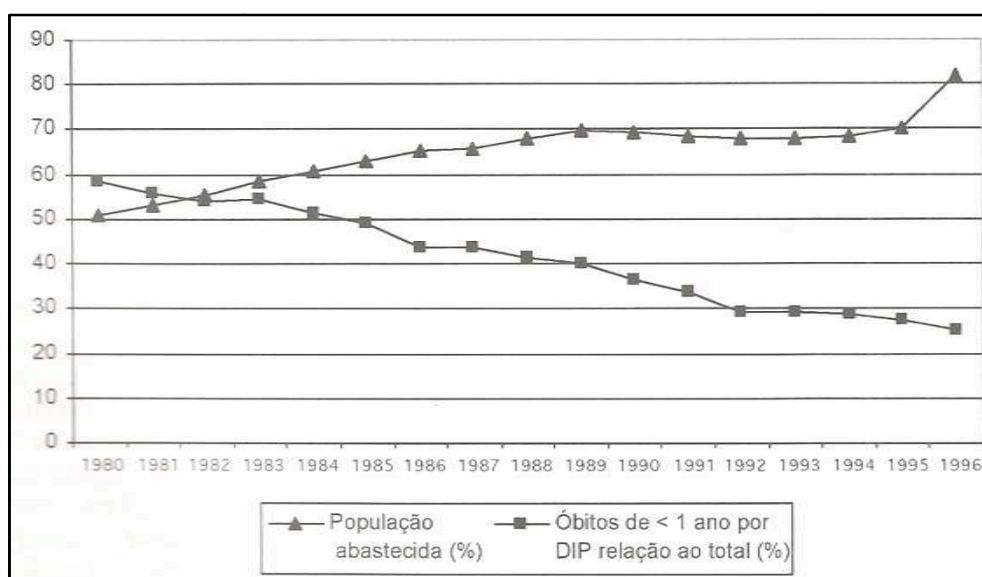


Figura 1 – Proporção da população atendida por sistema de abastecimento de água e óbitos de menores de um ano por DIP (DATASUS, 2003).

Fonte: Tsutiya (2006)

Além dos ganhos sociais com a redução de doenças e mortalidades, o provimento de água tratada à população gera um grande alívio no orçamento dos governos pela redução de consultas e procedimentos médicos. Segundo o manual de saneamento da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2007), dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada real investido no setor de saneamento economizam-se quatro reais na área de medicina curativa.

Em vista da importância de um adequado sistema de abastecimento de água, investimentos vêm sendo feitos no Brasil de modo a se levar água de boa qualidade ao maior número possível de pessoas. Conforme o site do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) do Ministério do Planejamento do Governo Federal, o novo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) publicado em 2013 prevê investimentos de R\$ 508 bilhões entre 2013 e 2033, com metas nacionais e regionalizadas de curto, médio e longos prazos, para a universalização dos serviços de saneamento básico.

De acordo com o último Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2011), 82% da população brasileira recebem água por meio de rede de abastecimento. Considerando apenas a população urbana, este índice sobe para 93%.

Segundo Tsutiya (2006), em 2006, nos centros urbanos desenvolvidos, as maiores deficiências em sistemas de abastecimento de água se deviam principalmente à deterioração dos sistemas antigos, especialmente na parte de distribuição de água. Assim, nos centros urbanos, as necessidades no serviço de abastecimento de água estão ligadas à reabilitação das redes de distribuição, bem como a construção e ampliação de novas redes para atender às novas áreas de crescimento e a população pobre menos assistida.

De acordo com Moreno *et al.* (2012, p. 60), “O sistema de distribuição de água é a barreira sanitária final de proteção da água contra a degradação de sua qualidade; portanto, manter a integridade deste sistema é vital para garantir água segura para o consumo humano”.

A rede de distribuição de água é, em geral, o componente de maior custo do sistema de abastecimento de água. Segundo Tsutiya (2006), cerca de 50 a 75% do custo total de todas as obras de abastecimento refere-se à rede de distribuição. A Tabela 1 apresenta os indicadores de custo de implantação de sistema convencional de abastecimento de água.

Tabela 1 – Indicadores de custo do sistema convencional de abastecimento de água

Partes constituintes do sistema	Custo (%)			
	P≤10.000	10.000<P≤40.000	40.000<P≤100.000	P>100.000
Captação	30	20	8	3
Adução	8	9	11	11
Bombeamento	6	5	5	1
Tratamento	12	9	9	5
Reservação	6	6	6	4
Distribuição	38	51	61	76

P = População em habitantes

Fonte: Tsutiya (2006)

Conforme o Portal Brasil (2014) do Governo Federal, a terceira etapa do PAC 2 lançado no dia 06 de maio de 2014, prevê investimentos de R\$ 2,8 bilhões em obras de abastecimento de água e esgotamento sanitário para 635 municípios com população de até 50 mil habitantes elegidos pela FUNASA.

Para que o Governo Brasileiro possa contratar tais obras, é necessário que sejam feitas licitações, as quais são feitas com base nos preços do Sistema Nacional de Índices e Preços da Construção (SINAPI).

O SINAPI é um banco de composições de custos de obra mantido pela Caixa Econômica Federal, cujos preços de insumos têm sua pesquisa feita pelo IBGE.

Ao se consultar o banco de composições de custo do SINAPI, percebe-se, atualmente, uma lacuna no que diz respeito aos serviços ligados à rede de água. Existem, atualmente, composições de escavação de valas, assentamento de tubulação, reaterro, pavimentação, contudo, não estão disponíveis composições contemplando todas as tarefas constantes na execução de redes de água.¹

Em se tratando do Estado de Santa Catarina, a concessionária de água e saneamento, CASAN, também não possui um banco de composições para os serviços de redes de água.

¹ Desde o ano de 2013, está sendo feita uma revisão dos índices do SINAPI, numa parceria entre a Caixa Econômica Federal e 9 Universidades do País, sendo que até o final do 1º semestre de 2015, está prevista a inclusão de composições para rede de água, as quais, de acordo com pesquisadores da FDTE, Fundação coordenadora do projeto, estarão disponíveis contemplando todos os serviços envolvidos na sua execução.

Nos trabalhos acadêmicos nacionais sobre o assunto redes de água, poucos tratam sobre a produtividade da mão de obra, o consumo de materiais e a eficiência no uso dos equipamentos.

Em vista disso, é de suma importância o estudo da produtividade na execução da rede de distribuição de água a fim de poder subsidiar o mercado, as concessionárias, contratantes e contratadas de licitações, a academia e os próprios cidadãos, a fim de poder se chegar a preços de serviços coerentemente contratados principalmente, por órgãos que utilizam recursos públicos, dando, assim, mais transparência na utilização destes recursos.

Neste contexto, a realização de um estudo relativo à produtividade na execução de rede de distribuição de água é de imprescindível considerando que em relação às principais unidades de um sistema de abastecimento de água, a rede de distribuição possui o maior custo de implantação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Levantar indicadores de produtividade RUP (Razão unitária de produção) da mão de obra no serviço de assentamento de uma rede de distribuição de água.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as etapas do processo construtivo da obra de assentamento de rede de água;
- Diagnosticar a produtividade da mão de obra no serviço de execução de uma rede de distribuição de água;
- Diagnosticar os fatores influenciadores envolvidos no serviço de execução de redes de água;
- Propor melhorias para a produtividade da mão de obra para o serviço em estudo.

1.3 Delimitação

Este trabalho baseia-se na observação em campo, registro fotográfico e medições em uma obra de rede de distribuição de água no Município de Tijucas/SC. O levantamento se delimitou em analisar somente o serviço de assentamento da tubulação, compreendendo as seguintes etapas: remoção do pavimento/passeio, escavação da vala, assentamento da tubulação e reaterro da vala. Não foram observadas as etapas de: testes do sistema, compactação e repavimentação.

O estudo em questão apresenta apenas indicadores de produtividade de mão de obra, limitando-se ao cálculo da Razão Unitária de Produção (RUP) diária, RUP cumulativa e RUP potencial, calculadas para o oficial e equipe direta.

É importante salientar, que o uso de outros equipamentos, com capacidades distintas das utilizadas no estudo de caso, poderiam levar à produtividades diferentes.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho apresenta a seguinte estrutura:

No primeiro capítulo, é apresentada a introdução e a justificativa da escolha do tema, seguida dos objetivos geral e específicos; em seqüência, têm-se as limitações do trabalho e a estrutura do mesmo.

No capítulo 2, a partir das referências bibliográficas, são citados conceitos de autores referenciando o entendimento da produtividade, alguns dos seus fatores influenciadores e o conceito de rede de água bem como o seu método construtivo.

No capítulo 3, primeiramente, descreve-se o objeto de estudo, através da caracterização da obra, do serviço analisado e da metodologia utilizada para coletar os dados.

No capítulo 4, é apresentada a análise dos dados e resultados proveniente dos levantamentos de campo.

Enfim, o quinto capítulo contém as considerações finais do trabalho e as sugestões para novos trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma revisão relativa aos principais temas a serem abordados no trabalho de conclusão de curso: redes de água e produtividade.

2.1 Rede de água

2.1.1 Definição e Importância

A rede de distribuição de água é um componente do sistema de abastecimento de água que é composta pelo manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial. A Figura 2 a seguir apresenta as etapas constituintes de um sistema de abastecimento.

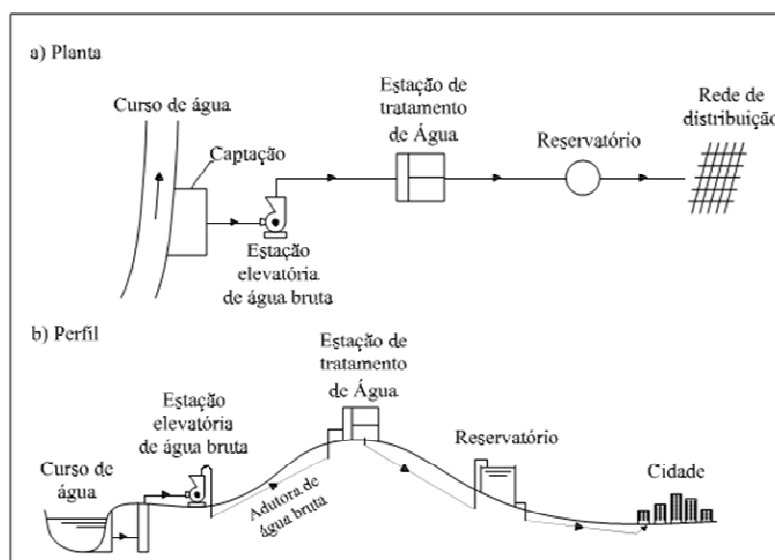


Figura 2 – Sistema de abastecimento de água.

Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006).

Segundo Moreno *et al.* (2012), a Rede de Distribuição de Água (RDA) é definida com o conjunto de tubulações e órgãos acessórios destinados a atender a demanda de água segura para o consumo humano de uma população, de forma contínua, em quantidade, qualidade e pressão adequadas.

De acordo Prince (2006), a denominação rede de distribuição provém da forma como as suas tubulações são instaladas, formando rede de condutos

interligados entre si e possibilitando diversas derivações para distribuição da água potável aos imóveis abastecidos.

A importância da rede de distribuição, segundo Prince (2006), deve-se a duas características de grande relevância:

- Característica de garantir, como derradeira unidade do sistema de abastecimento, que a água produzida e veiculada pelas unidades anteriores chegue até seus consumidores finais com qualidade, quantidade, pressão e continuidade estabelecidas pela boa técnica de e pelas normas oficiais aplicáveis;
- Característica de constituir-se, geralmente, na mais extensa unidade do sistema, responsável, em geral, por mais de 50% do seu custo de implantação.

A rede de distribuição é o elo entre o tratamento da água e o consumidor. São constituídas por tubos e peças tais como, curvas, tês, reduções, registros, válvulas, hidrantes, etc.

2.1.2 Tipos de Rede

De acordo com Moreno *et al.* (2012), uma rede de distribuição de água normalmente é composta por dois tipos de condutos ou tubulações canalizações (ABNT, 1994):

- **Principal:** denominada também conduto tronco, tubulação mestra ou primária, com maior diâmetro, têm por finalidade abastecer os condutos secundários. Estas tubulações são responsáveis pela condução da água desde a saída de reservatórios ou unidades de bombeamento até área de abastecimento.
- **Secundária:** são tubulações de menor diâmetro e tem a função de abastecer diretamente os pontos de consumo de água.

Segundo Tsutiya (2006), de acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias as redes são classificadas em:

- **Rede Ramificada:** quando o abastecimento se faz a partir de uma tubulação tronco, alimentada por um reservatório ou através de uma estação elevatória, e a distribuição da água é feita diretamente para os condutos secundários, sendo conhecido o sentido da vazão em qualquer trecho. A representa esquema de uma rede ramificada.

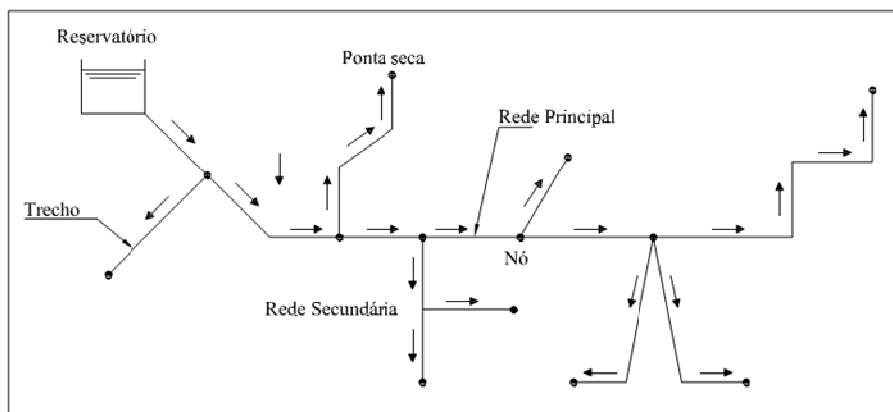


Figura 3 – Esquema de uma rede ramificada
Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006)

- **Rede Malhada:** São constituídas por tubulações principais que formam anéis ou blocos, de modo que, pode-se abastecer qualquer ponto do sistema por mais de um caminho, permitindo uma maior flexibilidade em satisfazer a demanda e manutenção da rede, com o mínimo de interrupção no fornecimento de água. A Figura 4 representa esquema de uma rede malhada.

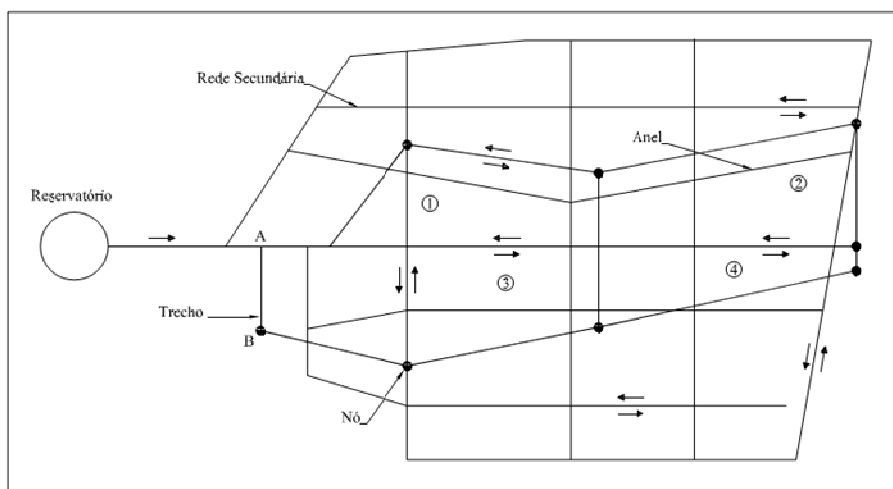


Figura 4 – Esquema de uma rede malhada com 4 anéis ou malhas
Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006)

2.1.3 Processo Construtivo de uma rede de água

2.1.3.1 Considerações Gerais

A execução de serviços em rede de água deve obedecer ao projeto executivo e as determinações da fiscalização, levando-se em conta o cumprimento as normas da ABNT.

As redes devem ser executadas com cuidado, em valas convenientemente preparadas. Na rua, a rede de água deve ficar sempre em nível superior à rede de esgoto, e, quanto à localização é comum encontrar a rede de água em um terço da rua e a rede de esgoto em outro. Há situações nas quais o mais aconselhável é o lançamento da rede por baixo de ambas as calçadas. O recobrimento das tubulações assentadas nas valas deve ser em camadas sucessivas de terra, de forma a absorver o impacto de cargas móveis.

A rede de distribuição deve ser projetada de forma a manter pressão mínima em qualquer ponto.

Os tipos das tubulações e conexões comumente empregadas são: PVC linha soldável; PVC linha PBA e Vinilfer (DEFOFO); Ferro Fundido Dúctil revestido internamente com argamassa de cimento e areia; Aço; Polietileno de Alta Densidade (PEAD); Fibra de vidro. O tipo da tubulação a ser empregada deve ser definido em projeto.

A execução de uma rede de distribuição, de forma resumida, abrange as seguintes etapas:

- Locação e abertura de vala;
- Execução de escoramento, esgotamento e drenagem, quando necessário;
- Acerto do fundo da vala;
- Assentamento das tubulações e componentes acessórios (registro, curva, tês, etc);
- Reaterro, compactação e repavimentação.

2.1.3.2 Aspectos Normativos do Assentamento – NBR 9822

Na execução dos serviços devem ser observadas além das especificações do projetista, as instruções dos fabricantes das tubulações definidas em projeto e as normas da ABNT.

A ABNT possui uma norma de assentamento para cada tipo específico de tubulação. O presente estudo acompanhou a execução de uma rede de PVC rígido. A norma para execução deste tipo de tubulação é a NBR 9822 – Execução de Tubulações de PVC rígido para adutoras de água (ABNT, 1987).

- **Locação**

A tubulação a ser assentada deve ter seu eixo demarcado a cada 20 m. Os pontos de instalação de conexões, registros, ventosas, e cruzamentos em nível com outras tubulações ou elementos enterrados, também devem ser identificados.

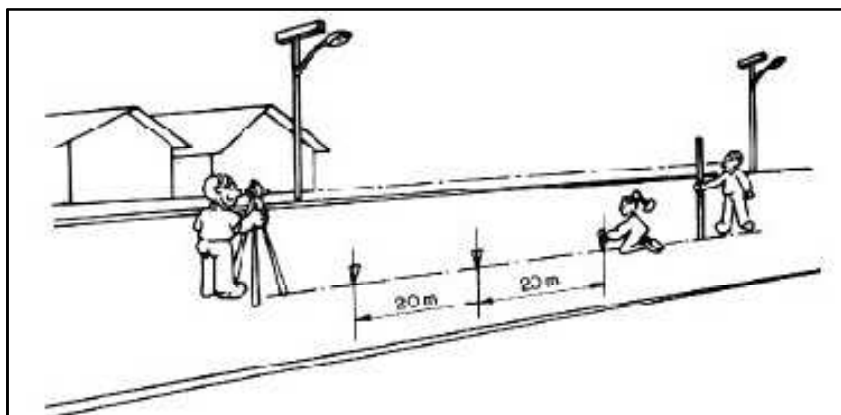


Figura 5 - Locação da Vala

Fonte: Catálogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822

- **Escavação e Preparo da Vala**

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados aos tipos de escavação. Para a escavação mecânica de valas, poços e cavas de profundidade de até 4,00 m, deverão ser utilizadas retro-escavadeiras e ou escavadeiras. A escavação mecânica de valas, poços e cavas com profundidade superior a 4,00 m deverão ser feitas com escavadeira hidráulica ou a cabo.

No início da escavação da vala, todo entulho resultante da quebra do pavimento ou eventual base de revestimento do solo deve ser afastado da sua borda para evitar o uso indevido no envolvimento da tubulação.

As valas com profundidade superior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim e dispor de escadas ou rampas colocadas próximas aos locais de trabalho a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos empregados.

A largura da vala varia com a profundidade de acordo com o Quadro 1:

Quadro 1 – Larguras mínimas a serem adotadas.

PROFUNDIDADE	LARGURA DA VALA
Até 2 m	60 cm
2 a 4 m	80 cm
Acima de 4 m	Min. 80 cm

Fonte: Adaptado ABNT NBR 9822/1987.

Para profundidades superiores a 4,00 m a dimensão será definida no projeto específico da obra. Caso não haja projeto, o cálculo será feito com o acréscimo de 0,10 m na largura para cada metro adicional de profundidade

Recomenda-se instalar os tubos em valas com no mínimo 60 cm de profundidade. Não existe limite máximo de profundidade para instalação.

A profundidade mínima das valas será determinada de modo a possibilitar que o recobrimento das tubulações atenda às condições de acordo com o Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Recobrimento mínimo

TIPO DE PAVIMENTO	RECOBRIMENTO (m)
Valas sob passeio com meio – fio definido	0,40
Valas sob passeio sem meio-fio definido	0,60
Valas sob via pavimentada ou com greide definido por meio-fio e sarjeta	1,00
Valas sob via de terra ou com greide indefinido	1,20

Fonte: Adaptado ABNT NBR 9822/1987.

- **Fundo da Vala**

O fundo da vala deve ser uniforme, sem colos nem ressaltos. Para tanto, deve ser regularizado. No caso de solo rochoso (rocha decomposta, pedras soltas e rocha viva) é necessário executar um leito de material isento de pedras (areia), de no mínimo 15 cm sob os tubos.

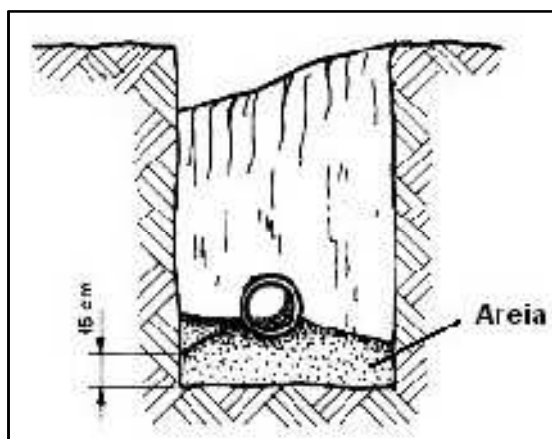


Figura 6 – Fundo de vala com leito de areia

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

No caso de solo argiloso, tabatinga ou lodo, sem condições mecânicas mínimas para assentamento do tubo, deve-se executar uma base de cascalho ou concreto convenientemente estaqueado. A tubulação sobre tais bases deve ser assentada, apoiada sobre berço de areia ou material escolhido.

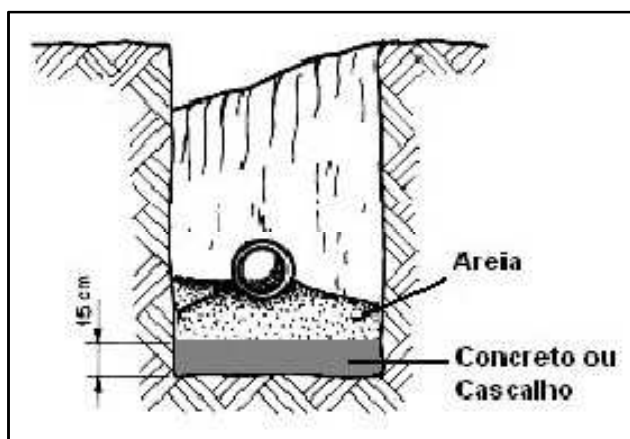


Figura 7 – Fundo de vala camada de concreto

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

- **Assentamento da Tubulação e Execução da Junta Elástica**

No assentamento de PVC rígido, preferencialmente cada tubo assentado deve ter como extremidade livre uma bolsa, na qual será acoplada a ponta do tubo subsequente.

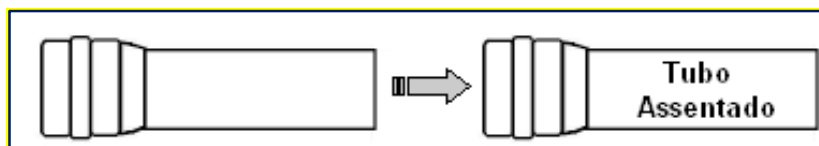


Figura 8 - Detalhe conexão da Tubulação.

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

Na obra não é permitido aquecimento dos tubos para conformação de curvas ou execução de bolsas e furos.

Na execução das juntas elásticas, sempre utilizar lubrificante, pois óleos ou graxas podem danificar o anel de borracha.

Utilizando estopa comum limpa, limpar a ponta do tubo a ser encaixado e a bolsa do tubo de encaixe.



Figura 9 - Aplicação da pasta lubrificante nas juntas.

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

Após introduzir a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar em aproximadamente 1,0 cm, a fim de se criar um espaço para permitir possíveis movimentos da tubulação devido a dilatações e recalques do terreno. Para facilitar este processo, recomenda-se marcar na ponta do tubo a profundidade da bolsa.

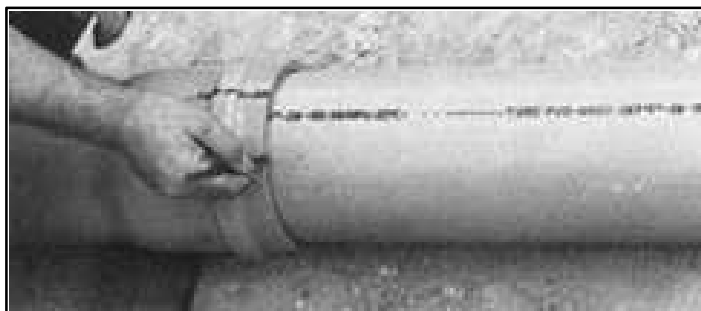


Figura 10 - Marcação da Profundidade da Bolsa.

Fonte: Catálogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

A tubulação deve ser assentada com ligeira sinuosidade ao longo do eixo da vala, para permitir futura dilatação sem prejuízo para o sistema.

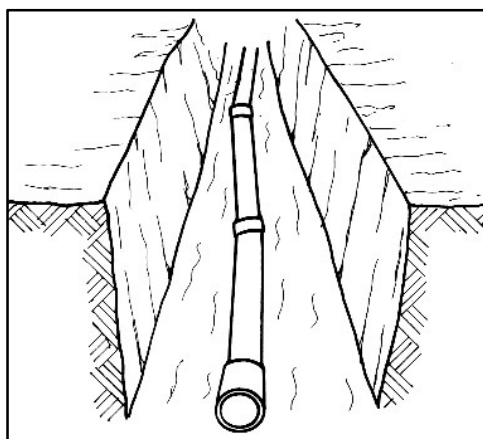


Figura 11 - Tubulação assentada.

Fonte: Catálogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

As conexões de junta elástica devem ser ancoradas, devendo se utilizar para tal, blocos de ancoragem convenientemente dimensionados para que resista a eventuais esforços longitudinais e transversais, esforços estes que não são absorvidos pela junta elástica.

Todos os equipamentos devem ser ancorados no sentido do peso próprio e dos possíveis esforços longitudinais, de tal forma que as peças trabalhem livres de esforços ou deformações.

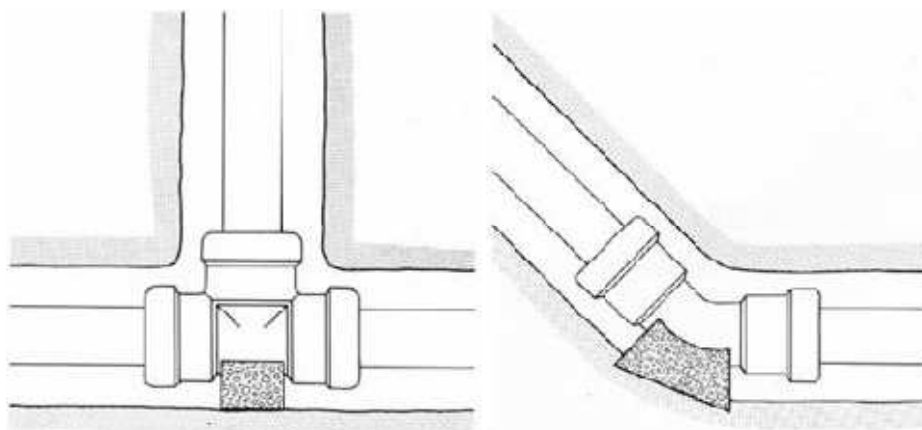


Figura 12 - Ancoragem das Conexões.

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

- **Reaterro e Recomposição do pavimento**

Antes da execução do reaterro, todas as juntas devem ser verificadas quanto à sua estanqueidade. As inspeções deverão ser feitas de preferência entre derivações e no máximo a cada 500 metros.

Toda tubulação deve ser recoberta com material selecionado (isento de pedra) pelo menos até 30 cm em cima da geratriz superior do tubo. A compactação deve ser feita em camadas sucessivas de 10 cm, sendo que até atingir a altura do tubo, a compactação deve ser feita manualmente, apenas nas laterais do mesmo.

O restante do material deve ser lançado em camadas sucessivas de 30 cm e compactado de tal forma a obter o mesmo estado do terreno das laterais da vala.

Obedecer sempre ao indicado no projeto e jamais utilizar rodas de máquinas na compactação da vala.

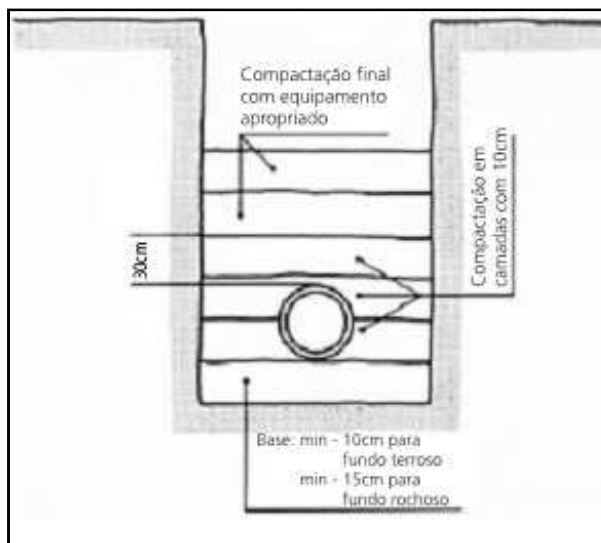


Figura 13 - Procedimento para reaterro.

Fonte: Catalogo Tigre – Ref. ABNT NBR 9822/1987

Quando a profundidade da vala for inferior a 80 cm, ou quando a tubulação atravessar ruas com pesadas cargas de tráfego, devem ser tomadas medidas especiais de proteção aos tubos:

I - Execução de canaletas, com envolvimento do tubo em material granular e uma tampa de concreto armado.

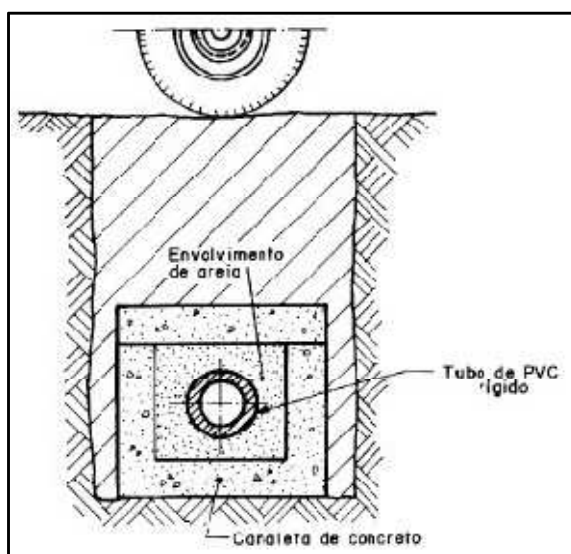


Figura 14 – Proteção da tubulação com canaletas e tampa de concreto

Fonte: ABNT NBR 9822/1987

II - Execução de laje de concreto armado

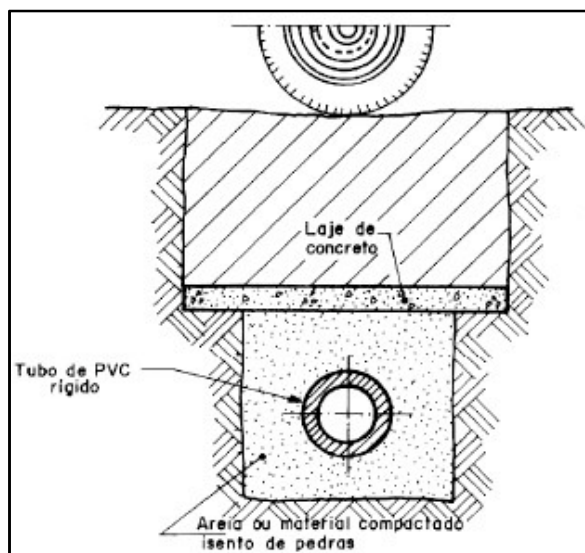


Figura 15 – Proteção tubulação com laje de concreto

Fonte: ABNT NBR 9822/1987

- **Considerações sobre o Transporte e Estocagem**

O carregamento dos caminhões deve ser executado de maneira a que nenhum dano ou deformação se produza nos tubos durante o transporte, onde os mesmos devem ser apoiados em toda sua extensão e evitar a sobreposição das bolsas, curvar os tubos, balanços e lançamento dos tubos sobre o solo, lembrando que os tubos não podem ser arrastados ou batidos.

Quanto a estocagem, deve ser previsto local para estocagem do material junto à obra, sendo que os tubos não deverão ficar expostos a intempéries por um período prolongado.

O empilhamento deve ser feito lateralmente por escoras ou tipo fogueiras, desde que não ultrapasse a altura de 1,50 metros.

2.2 Produtividade

2.2.1 Definição

De acordo com Dantas (2011 apud DONATTI, 2013, p. 17), O termo produtividade foi empregado pela primeira vez em 1766, de maneira formal, em um artigo do economista francês Quesnay. Em 1883, Littre, outro economista francês, utilizou o termo abordando a idéia de capacidade para produzir. Contudo, somente no início do século passado assumiu o significado da relação entre o bem produzido e os recursos empregados para produzi-lo.

Segundo Maeda (2001), produtividade significa a combinação entre efetividade (quão bem os resultados são alcançados) e eficiência (quão bem os recursos são utilizados na busca dos resultados) de um determinado sistema construtivo.

Para Costa (1983 apud SOUZA, 2006), o significado de produtividade diverge segundo a pessoa consultada. Um engenheiro diria que é a quantidade produzida por unidade de tempo, diferentemente de um administrador de empresas, que a descreveria como a relação entre lucro e investimento total, definição usualmente utilizada para o termo lucratividade.

Mattos (2006) define a produtividade como a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo específico, normalmente hora. A produtividade indica a eficiência em transforma energia (e tempo) em produto.

Souza (1996) afirma que “produtividade é a relação entre saídas geradas por um processo produtivo e os recursos de demandados na obtenção de tais saídas”, representado na Figura 16.

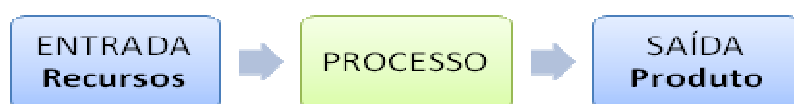


Figura 16 – representação genérica de um sistema produtivo

Fonte: Adaptado de Souza (2006)

Dependendo do tipo de entrada a ser transformada, Souza (2000) afirma que a produtividade pode ser analisada sob diferentes aspectos: físico, no caso de se estar estudando a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra; financeiro, quando a análise recai sobre a quantidade de dinheiro demandada; ou social, quando o esforço da sociedade como um todo é encarado como recurso inicial do processo. Deste modo, o estudo da produtividade da mão de obra é uma análise da produtividade física de um dos recursos utilizados no processo produtivo, neste caso, a mão de obra.

Quando se estuda produtividade, é comum confundi-la com produção. Produtividade é diferente de produção. A produção representa a quantidade de unidades feitas num certo período, enquanto a produtividade é a eficiência com que essa produção foi atingida. Assim, quanto maior for a produtividade, mais unidades são feitas num determinado tempo.

Segundo Marder (2001 apud DONATTI, 2013, p. 19), o estudo da produtividade da mão de obra na construção civil justifica-se por ser uma das questões primordiais dentro do processo de gestão de empresas, levando em conta que a produtividade influencia diretamente em questões orçamentárias, nas durações das atividades e, por conseguinte no empreendimento.

Quando se aperfeiçoa os processos produtivos espera-se não somente um ganho de tempo de execução, mas também a obtenção de ganhos financeiros.

Segundo Mattos (2006), o estabelecimento da produtividade da mão de obra é um processo empírico e depende de uma série de fatores, tais como experiência, grau de conhecimento do serviço, supervisão, motivação, etc. Por tudo isso a produtividade deve ser aferida no campo, e informada ao setor de orçamento.

A produtividade é amplamente estudada no âmbito das edificações, vide, por exemplo, Araújo (2000), Souza (2001) e Maeda (2002). Porém em obras de infraestrutura, especificamente em redes de distribuição de água, trabalhos e estudos acadêmicos são praticamente inexistentes. A necessidade de parâmetros de medição de produtividade contribui de maneira significativa para definição dos critérios orçamentários e o custo final da obra.

2.2.2 Importância da Produtividade

Sabe-se que Indústria da Construção Civil é caracterizada pela intensa competição entre as empresas, e a apesar disso, ainda há um grande desperdício de recursos e tempo nos processos construtivos.

Para Lordsleem Jr. e Souza (1999), o montante dos desperdícios na construção, especificamente na construção de edifícios, reflete a situação de atraso em relação aos outros segmentos industriais e econômicos da sociedade, sendo que os índices de desperdício variam de 70% dos recursos, no caso de mão de obra, chegando a 30% do custo total das edificações.

De acordo com Carraro e Souza (1998 apud MARDER, 2001, p. 20) entre problemas crônicos existentes na construção civil, a má produtividade merece destaque, uma vez que os gestores das obras não costumam ter conhecimento sobre a quantidade de mão de obra que se demanda para produzir determinado serviço, e conseqüentemente, não possuem parâmetros para buscarem atitudes corretivas caso seja verificado algum problema.

De acordo com Leite (2002 apud FALETTI E GHISLENI, 2012, p. 10) dentre os benefícios possíveis com o estudo da produtividade da mão de obra, destacam-se: previsão do consumo de mão de obra, previsão da duração dos serviços, avaliação e comparação dos resultados, e aperfeiçoamento de métodos construtivos.

Para Marouka e Souza (1999, apud PALIARI, 2008, p. 01) a produtividade está intrinsecamente relacionada ao lucro, uma vez que empresas com melhorias índices de produtividade terão menores custos de produção, podendo, assim, oferecer produtos a preços mais competitivos ou trabalhar com maior margem de lucro

Portanto, nesse setor da economia tão competitivo, o estudo da produtividade é de grande importância na tomada de decisões e conseqüentemente na longevidade das empresas.

2.2.3 Como medir produtividade

Na medida em que se queira estudar a produtividade, é necessário, inicialmente, mensurá-la (SILVA, 1993).

No que diz respeito especificamente à produtividade da mão de obra, esta pode ser mensurada através de um indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP), termo empregado por Souza (1996) que relaciona os homens-hora (Hh) despendidos (entrada do processo) às quantidades de produtos obtidos (quantidade de serviço), ou seja, as saídas do processo. Este indicador é calculado através da seguinte expressão:

$$RUP = \frac{Hh}{QS}$$

Onde:

RUP = Razão unitária de produção;

Hh = Homens-hora despendidos na a produção do serviço

QS = Quantidade de serviço executada pela mão de obra em determinado tempo.

Para o cálculo da RUP considera-se a quantidade “líquida” de serviço executada (por exemplo, no caso de assentamento de redes de água, onde quantidade de serviço é medida em metros de tubulação, não se considera qualquer expectativa/percentual de perdas embutidas nos orçamentos, ou seja, são considerados os metros de tubulação efetivamente assentados) e o tempo em que os operários estiveram disponíveis para o trabalho, ou seja, são considerados tanto os tempos produtivos e auxiliares quanto os improdutos.

Santos (1995) define tempos produtivos, improdutos e auxiliares como sendo:

- a) **Produtivo**: tempo efetivamente aplicado na execução da tarefa, agregando valor ao produto final.
- b) **Auxiliar**: tempos auxiliares reúnem aquelas atividades que, apesar de não agregarem valor de maneira direta ao produto final, são necessárias durante a execução, como o manuseio e transporte de material.
- c) **Improdutos**: é subdividido em adicionais evitáveis, adicionais inevitáveis e ociosos. Os adicionais evitáveis são aqueles por falta de

domínio do processo, falhas de planejamento, controle e coordenação. Os adicionais inevitáveis são aqueles por causas externas imprevisíveis, como os intempéries da natureza. Os tempos ociosos são aqueles relativos à inatividade dos operários, intencionais ou resultantes de um estado físico.

Segundo Araújo e Souza (2001) a RUP pode ser classificada de acordo com a abrangência (tipo de mão de obra analisada) e o intervalo de tempo relacionado às entradas e saídas. Quanto à abrangência pode ser classificada em:

- RUP Oficial: associada somente à mão de obra dos oficiais envolvidos diretamente na produção;
- RUP Direta: quando, além dos homens-hora correspondentes aos oficiais, incluem-se também as horas correspondentes aos ajudantes envolvidos diretamente com a produção;
- RUP Global: envolve toda a mão de obra relacionada com o serviço em análise;

Na Figura 17 encontram-se ilustradas estas três maneiras de se avaliar a produtividade.

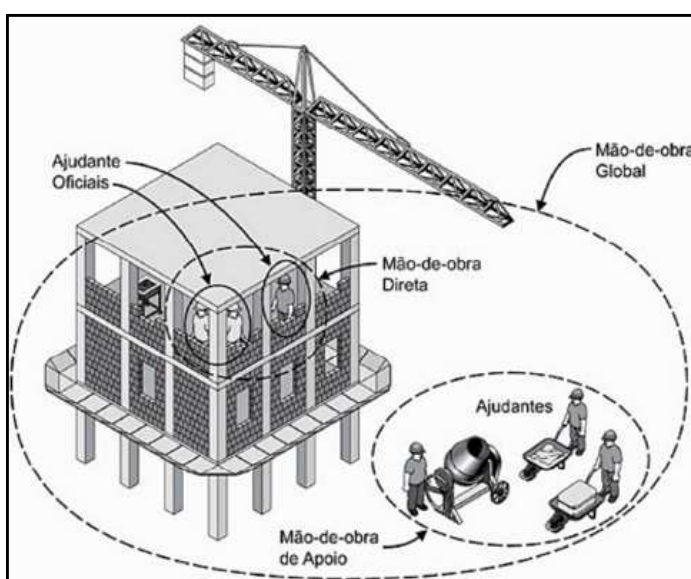


Figura 17 - Formas de se avaliar a mão de obra

Fonte: Souza (2006)

Para Souza (2006), quanto ao intervalo de tempo, pode ser classificada em:

- RUP diária: produtividade do dia de trabalho, quando, a cada dia útil de serviço mede-se entradas e saídas, calculando-se a RUP. Tem como objetivo mostrar o efeito sobre a produtividade dos fatores presentes no dia de trabalho;
- RUP cumulativa: produtividade de um período acumulado, quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação. Serve para detectar tendências de mais longo prazo de desempenho de serviço, amenizando, assim, os efeitos ocasionados pelos dias anormais ocorridos durante o período de execução do serviço.
- RUP potencial: é calculada como o valor da mediana das RUP diárias inferiores ao valor da RUP acumulada ao final do período de estudo. Corresponde a um valor de RUP diária associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP diária detectados.

2.2.4 Fatores Influenciadores da Produtividade

Quando se estuda produtividade, antes de analisá-la, existe a necessidade de se identificar quais são os fatores que a influenciam, pois estes intervêm diretamente em seu desempenho.

Faletti e Ghisleni (2012) citam que nas décadas de 1960 e 1970 diversos autores organizaram conjuntos de fatores que acreditavam afetar os níveis de produtividade, conforme Quadro 3 a seguir.

Fatores Gerenciais	Fatores de Trabalho ou Ambiente	Fatores de Projeto	Fatores Relacionados aos Recursos
Métodos Construtivos	Temperatura, umidade e eventos climáticos	Tipos, número e relações de dependência entre as operações	Falta de materiais
Turnover das decisões	Absenteísmo	Quantidade e habilidades requeridas da força de trabalho	Treinamento de Equipe
Tomada de Decisões	Organização do Canteiro	Construibilidade (complexidade de execução)	Desperdício
-	Forma de pagamento (mensal/por serviço)	Efeito aprendizagem (continuidade e petição entre as operações)	-
-	Motivação e valorização do trabalho	-	-

Quadro 3 – Fatores que afetam os níveis de produtividade.

Fonte: Adaptado Cardoso (2010) apud Falleti e Ghisleni (2012)

O foco dos estudos estava na análise individual dos fatores, os quais poderiam interferir na produtividade. Com o passar do tempo, houve uma alteração de foco, passando-se, então, a estudá-los de forma sistêmica.

THOMAS e SAKARCAN (1994, apud LUCAS *et al*, 2014, p.33) citam que no relatório “Effec” da Organização Nações Unidas (ONU) há dois fatores principais que afetam a produtividade: o conteúdo de trabalho (também chamado de trabalho a ser feito - “Worktobedone”) e o contexto de trabalho (ou ambiente de trabalho - “Workenvironment”). O conteúdo de trabalho está ligado aos componentes físicos do trabalho, como o projeto, detalhamento, requisitos mínimos, tipo de material a ser utilizado, etc. Já o contexto de trabalho inclui aspectos ambientais e gerenciais, como o clima, disponibilidade de equipamentos e materiais, como o trabalho é organizado e executado, entre outros. A Figura 18 mostra a relação entre estes fatores.

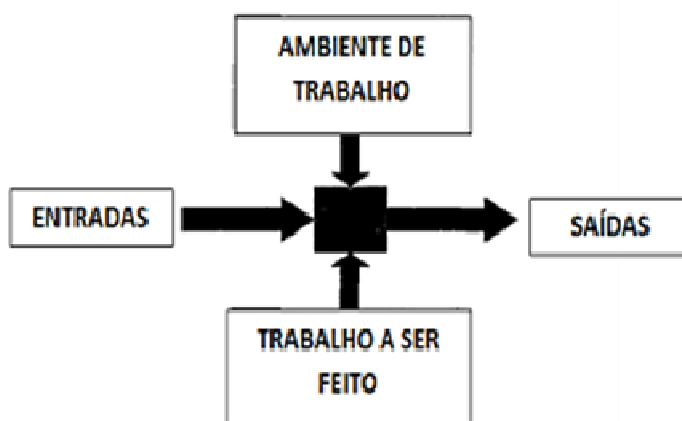


Figura 18 - Fatores que afetam a produtividade na mão de obra

Fonte: United Nations Report, "Effect", 1965 (apud THOMAS E SAKARCAN 1994 apud LUCAS *et al.*, 2014)

Estes conceitos - conteúdo e contexto de trabalho - são à base do Modelo dos Fatores.

O Modelo dos Fatores é um método para a medição e previsão da produtividade da mão de obra, proposto por Thomas e Yiakoumis (1987) e sua teoria aceita que o trabalho executado por uma equipe é influenciado por vários fatores que podem causar perturbações aleatórias ou sistemáticas no seu desempenho.

Luccas *et al.* (2014) citam que segundo Thomas e Yiakoumis (1987), quando a produtividade é analisada por um período sem a consideração dos fatores de influência e o mesmo é plotado em um gráfico, percebe-se que este possui forma irregular, com variações e de difícil interpretação (da produtividade e das oscilações). Entretanto, caso estes fatores sejam matematicamente tratados e retirados, chega-se a uma curva mais suave, a qual é a curva de produtividade ideal.

Portanto, a forma da curva ideal de produtividade dependerá do número de fatores de conteúdo e/ou de contexto do trabalho.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo será descrito o método utilizado para que os objetivos do presente trabalho de conclusão de curso seja atendido, além das características da obra analisada.

3.1 Passos Metodológicos

O planejamento da execução dos trabalhos é imprescindível para se obter confiabilidade nos resultados. Dessa forma para se alcançar os objetivos propostos na pesquisa, o estudo foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas ilustrada na Figura 19 a seguir.

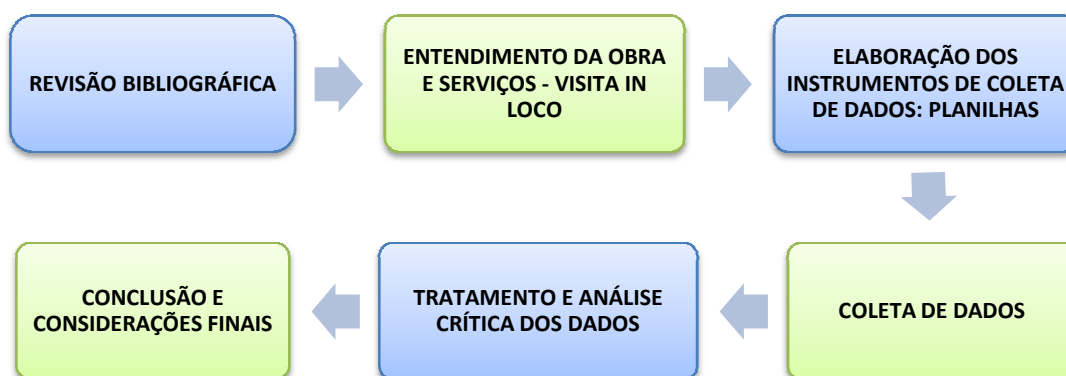


Figura 19 - Etapas da Pesquisa

3.1.1 Revisão Bibliográfica

O intuito da pesquisa bibliográfica foi fornecer embasamento teórico para o melhor conhecimento e caracterização dos temas em questão. Foram feitas pesquisas dentro das áreas relacionadas ao tema do trabalho, como a produtividade e alguns dos seus fatores influenciadores, redes de água e o seu método executivo.

3.1.2 Entendimento da Obra e Serviços

Um bom conhecimento do projeto a ser executado e a forma como os serviços são realizados são essenciais para obtenção de dados confiáveis e satisfatórios. Dessa maneira, foi feito um estudo prévio do projeto fornecido pelo SAMAE de Tijucas/SC, e durante dois dias foi acompanhada a execução da rede de água para identificar os serviços que seriam mensurados e conhecer a equipe de trabalho e os seus respectivos cargos e funções.

3.1.3 Elaboração dos Instrumentos de Coleta de Dados

Após o entendimento da obra e a identificação dos serviços a serem avaliados, foram elaboradas duas planilhas para caracterizar e mensurar a produtividade da mão de obra. Cada planilha era para uso diário, ou seja, foi utilizada uma planilha nova a cada dia de observação.

A primeira planilha, chamada de diário de obra, está mostrada na Figura 20, a qual contemplava as seguintes informações:

- A - Identificação do observador, construtora, local e data;
- B – Condições meteorológicas do dia da observação;
- C – Dados da equipe como nome, função e se o trabalhador estava presente ou não no dia;
- D – Serviços executados no dia. Um resumo da quantidade de tubulação assentada em um dia;
- E – Anotações, contendo informações consideradas pertinentes durante o período de observação, como os fatores influenciadores no serviço (interferências de ligações de água e rede de drenagem, quebra de equipamento, etc.).

[illegible]

Figura 21 - Tabela Coleta Homem hora e Quantidade de Serviço³

³ Adaptado pelo autor a partir de experiências de outros trabalhos desenvolvidos com a orientadora.

3.1.4 Coleta de Dados

Nesta etapa levantaram-se os quantitativos da produtividade diariamente. Foram feitas 24 (vinte e quatro) observações entre os dias 03 de setembro de 2014 e 08 de outubro de 2014 (exceto finais de semana e feriados), com uma carga horária diária de levantamento de 6 (seis) horas. A mensuração da quantidade de tubos assentados era feita através da simples contagem de quantas tubulações eram assentadas. As dimensões das valas eram medidas com o auxílio de trena. Além do preenchimento dos dados em planilha, era feito o registro fotográfico da execução dos serviços para auxiliar na caracterização dos mesmos.

3.1.5 Tratamento e Análise Crítica dos dados

Nesta etapa, os dados coletados em obra foram organizados e com o auxílio do programa Microsoft Excel ® gerados os índices de produtividade RUP's. Os índices foram avaliados e analisados. Além dos indicadores de produtividade, nesta etapa foi feita a descrição de como foram realizados os serviços.

3.1.6 Conclusão e Considerações finais

A partir da análise dos dados e resultados, foram elaboradas as conclusões e considerações finais e apresentadas propostas de melhorias focadas principalmente nos fatores influenciadores da produtividade.

3.2 Descrição da obra

A obra em estudo trata-se da ampliação de uma rede de distribuição de água do município de Tijucas/SC. O projeto foi desenvolvido em função da necessidade de aumento da demanda por água para atender a expansão dos bairros da Praça e do Sul do Rio.

Os serviços foram executados pela empresa NCM Construções Ltda., do município de Criciúma/SC, vencedora do processo licitatório de número 041/SAMAE/2014. A responsável pela contratação e fiscalização da obra foi o SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto do Município de Tijucas.

Foram executados um total de 3.740,00 m (três mil setecentos e quarenta metros) de assentamento de tubulação de PVC/DEFOFO, com resistência à pressão de 20 MPa. Os diâmetros foram de 150 mm, 200 mm e 250 mm de acordo com o projeto, sendo que o objeto de estudo deste trabalho são os 1.638,00 metros centrais dentre este trecho.

O assentamento da rede foi realizado no subsolo das faixas de calçamento, a uma profundidade variando entre de 0,80 m e 1,10 m para toda a rede, obedecendo às premissas do projeto o qual determinou que, sempre que possível, evitar que a rede passasse sob as faixas de rodagem das vias de trânsito, priorizando que estas estivessem no passeio.

Os serviços começaram com o assentamento da tubulação de 250 mm pela Rua Emília Ramos com Maurí A. Silva, seguindo pelo passeio da Rua Emília Ramos até alcançar a Rua Treze de Novembro sendo este trecho com DN 250 mm, e extensão de 310,0 m. Continuou pela Rua Treze de Novembro até alcançar a Rua Antônio Scherem cruzamento com a Avenida Hercílio Luz, e extensão de 620,0 m. Pela Rua Antônio Sherem até alcançar a Rua Demóstenes Feminille, e extensão de 808,0 m. Seguiu pela última rua até alcançar a rua Valério Gomes, ainda com diâmetro DN 250 mm, e extensão de 151,0 m. Na rua Valério Gomes até a Rua Treze de Junho, no Bairro da Praça com diâmetro de 200 mm, numa extensão de 920,0 m, e deste ponto, com caminhamento pela Rua Treze de Junho, até interligar com a rede existente, de 160 mm, próximo ao cemitério da Praça, com tubo de PVC, DN 150 mm, extensão de 931,0 m.

O trecho no qual foram feitos os levantamentos está grifado em verde na Figura 22, o qual iniciou na Rua Antônio Sherem até alcançar a Rua Demóstenes Feminille, e extensão de 808,0 m e diâmetro de 250 mm. Seguiu pela última rua até alcançar a Rua Valério Gomes, ainda com diâmetro DN 250 mm, e extensão de 151,0 m. Na Rua Valério Gomes até esquina com a Rua Barão de Rio Branco, com diâmetro de 200 m.

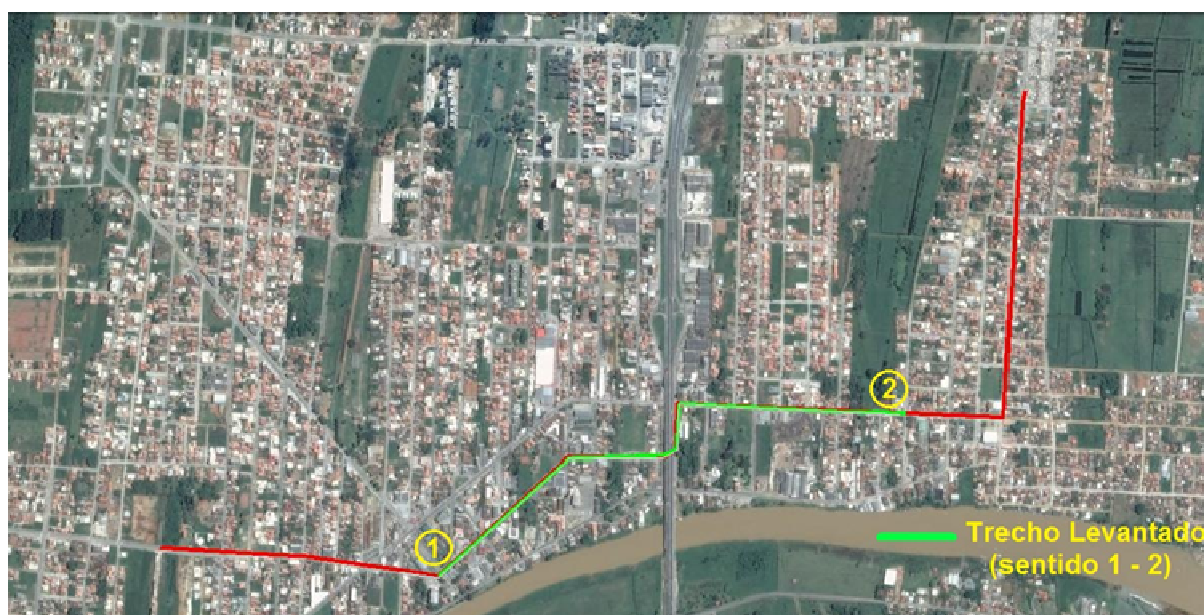


Figura 22 - Traçado da rede de água

Fonte: Google Earth™ Mapping Service

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os dados levantados em campo, conforme métodos apresentados anteriormente e bibliografia especializada.

Foram coletados 24 (vinte e quatro) dias de assentamento de rede, entre o período de 03/09/2014 e 08/10/2014. No total foi acompanhada e mensurada a execução de 1.638,00 metros de rede. Desse total 996,00 metros foram de tubulação PVC FOFO diâmetro 250 mm e 642,00 metros de PVC FOFO diâmetro 200 mm.

4.1 Caracterização da Mão de Obra

A equipe envolvida na execução das etapas de implantação da rede de água era composta por:

- Um encarregado geral.
- Um operador de escavadeira.
- Um motorista de caminhão.
- Quatro serventes;

O encarregado geral era o responsável pela coordenação dos trabalhos. O operador de escavadeira realizava os serviços de escavação e assentamento da tubulação. Dos quatro serventes, três realizavam todos os serviços de mão de obra, como retirada de pavimento, limpeza e assentamento de tubo. O quarto servente, além dos serviços gerais, era responsável pela operação da retroescavadeira durante a etapa de reaterro. O motorista do caminhão basculante, eventualmente também auxiliava nos serviços gerais.

A jornada de trabalho era de 8,5 horas por dia, durante cinco dias da semana.

4.2 Caracterização dos Serviços

A empresa contratada prestou os serviços com equipe própria e com equipamentos próprios como retroescavadeira sobre pneus, mini escavadeira, caminhão basculante, máquina para corte de pavimento, e outros de menor porte.

Durante a execução do assentamento das tubulações, foram acompanhadas as seguintes etapas:

- retirada dos pavimentos;
- escavação das valas;
- assentamento da Tubulação;
- reaterro das Valas;

As quais serão descritas com maior detalhamento nos itens de 4.2.1 até 4.2.5.

4.2.1 Retirada de pavimentos

A retirada dos pavimentos foi executada com utilização de ferramentais manuais e motorizadas em função de cada tipo de revestimento existente nas calçadas por onde ficou definida a passagem da rede. Os tipos de pavimentos encontrados foram: paralelepípedo, lajotas, asfalto, concreto simples e pisos com peças cerâmicas.

Na remoção dos paralelepípedos para se ter o seu reaproveitamento, o procedimento da retiradas se deu manualmente com auxílio de alavancas para proceder o afrouxamento das peças, e a utilização de picaretas para o arranque e posterior empilhamento, vide Figura 23.



Figura 23– Retirada do paralelepípedo.

Fonte: O autor

No caso da retirada de lajotas e bloquetes, a utilização deste procedimento foi o mesmo do paralelepípedo conforme se pode observar na Figura 24.



Figura 24 - Retirada de bloquetes.

Fonte: O autor

A retirada do pavimento cimentado e asfalto foram realizados com o auxílio do equipamento de disco policorte. Inicialmente era delimitado a linha de corte para em seguida proceder o corte (ver Figura 25). A retirada final do pavimento ocorria no momento da escavação da vala, conforme se pode observar Figura 26. O entulho gerado era retirado de forma manual, empilhado para posterior descarte.



Figura 25 - Marcação e corte do pavimento.

Fonte: O autor



Figura 26 - Retirada do pavimento cimentado.

Fonte: O autor

A utilização deste procedimento era o mesmo para piso cerâmico, conforme se pode observar na Figura 27.



Figura 27 - Corte em piso cerâmico.

Fonte: O autor

4.2.2 Escavação de valas

A escavação das valas ocorreu logo após a retirada dos pavimentos com equipamento mecanizado do tipo mini escavadeira, da fabricante CAT modelo 302.4D (Figura 28). Era sempre realizada por um único operador. A seção de escavação variou entre 0,80 à 1,10 m de profundidade e 0,60 à 0,70 m de largura.



Figura 28 - Equipamento de Escavação.

Fonte: O autor

A abertura da vala foi realizada de acordo com o diâmetro da tubulação, conforme as recomendações de projeto, onde para os diâmetros da tubulação de 250 mm e 200 mm obedeceu a largura de 0,60 m e profundidade entre 0,80 m e 1,10m. O material da escavação era depositado ao lado da vala, para posterior utilização no reaterro (Figura 29).



Figura 29 - Escavação de vala.

Fonte: O autor

4.2.3 Assentamento da tubulação

O assentamento foi realizado no passeio, em conformidade com o definido em projeto. Foram assentados tubos e conexões de PVC/DEFOFO DN 250 mm e 200 mm. A profundidade foi estabelecida de forma a manter mínima cobertura de 0,50 metros sobre a geratriz superior da tubulação assentada.

O assentamento era sempre realizado por 2 (dois) serventes mais o operador da escavadeira. Inicialmente a tubulação era posicionada próxima a vala, em seguida com pasta lubrificante e/ou sebo (Figura 30), ponta e bolsa dos tubos eram lubrificadas (Figura 31).



Figura 30 - Pasta lubrificante e sebo, respectivamente.

Fonte: O autor



Figura 31 – Lubrificação das pontas e bolsas.

Fonte: O autor

Após a lubrificação, a tubulação era posicionada na vala (Figura 32). O encaixe final era feito com o auxílio da escavadeira. Um pedaço de madeira era posicionado na ponta final da tubulação que posteriormente era empurrado pela concha da máquina até atingir a marca delimitada no tubo (Figura 33).



Figura 32 - Posicionamento da tubulação na vala.

Fonte: O autor



Figura 33 - Encaixe final do tubo com auxílio da escavadeira.

Fonte: O autor

4.2.4 Instalação dos acessórios de rede

Para a instalação dos dispositivos, acessórios e componentes da rede, houve em alguns pontos a necessidade de realizar o alargamento da vala para execução dos trabalhos. Este serviço foi executado exclusivamente pelos profissionais do SAMAE de tijucas, como se observa na Figura 34.



Figura 34 - Instalação de peças e conexões.

Fonte: O autor

4.2.5 Reaterro das valas

O reaterro das valas foi executado com uma retroescavadeira, operada por um servente, sem controle de compactação, reaproveitando o material escavado, conforme recomendação do projeto.



Figura 35 - Reaterro das valas.

Fonte: O autor

4.3 Fatores Influenciadores

Conforme já visto no item 2.2.4 da revisão bibliográfica, há dois fatores principais que afetam a produtividade: o conteúdo de trabalho e o contexto de trabalho. O conteúdo de trabalho está ligado aos componentes físicos do trabalho, como o projeto, detalhamento, requisitos mínimos, tipo de material a ser utilizado, etc. Já o contexto de trabalho inclui aspectos ambientais e gerenciais, como o clima, disponibilidade de equipamentos e materiais, como o trabalho é organizado e executado, entre outros.

Durante o acompanhamento da obra constatou-se que tanto os fatores relacionados ao conteúdo do trabalho quanto ao contexto do trabalho afetaram a produtividade.

Em relação ao conteúdo do trabalho, no projeto foi definido que a tubulação deveria passar pelo passeio. O fato é que no passeio existiam inúmeras interferências como ligação de água, ligação de esgoto e rede de telefonia, prejudicando o andamento da obra, como é possível ver na Figura 36. Porém em

muitos casos era possível a identificação das interferências antes da execução, no entanto devido ingerência da obra e o método executivo, ocorreu o rompimento dessas tubulações, caracterizando fatores de conteúdo.



Figura 36 - Interferência: ligações de esgoto

Fonte: O autor

Numa primeira análise, de forma qualitativa, indica que dois fatores foram os que mais afetaram a produtividade, em virtude da quantidade de horas demandadas quando estes fatores estavam presentes: caso do rompimento de rede (e ligações de água) e do rompimento de rede de drenagem.

Rompimento de rede e ligação de água: pelo fato da rede ter passado pelo passeio na região central do município, diversos pontos de ligação de água foram afetados durante a escavação, conforme Figura 37.



Figura 37 - Rede e ligação de água rompida, respectivamente

Fonte: O autor

Rompimento de rede de drenagem: Este foi o principal fator de interferência, pois acarretou a necessidade de muitas horas para seu reparo, em função das características do subsolo do município que possui lençol freático elevado, como pode ser visto na Figura 38



Figura 38 - Rompimento rede de drenagem
Fonte: O autor

4.4 Levantamento de Produtividade

A produtividade foi mensurada a partir do indicador de produtividade RUP (Razão Unitária de Produção), que relaciona a quantidade de homem hora disponível pela quantidade de serviços realizados.

Dentre os serviços avaliados, as RUP's foram obtidas para as etapas de escavação de valas, assentamento da tubulação e reaterro. As atividades de retirada e recomposição de pavimento, apesar de fazerem parte do processo de instalação de rede de água, não fazem parte da análise dos dados, uma vez que na

retirada do pavimento houve dificuldade no registro de dados devido à organização da mão de obra, onde não possuía equipe específica. Havia troca constante da mão de obra durante a execução deste serviço. No caso da repavimentação, os trabalhos não estavam ocorrendo no mesmo período. O mesmo seria realizado por outra equipe posteriormente.

A escavação das valas foi realizada por um mesmo operador de escavadeira ao longo do todo trecho levantado. O mesmo participava também do assentamento, realizando a operação de encaixe final do tubo com a escavadeira. O seu tempo de trabalho era dividido entre estes dois serviços e medido separadamente.

A Tabela 2 apresenta os dados do oficial operador, levantados diariamente, bem como os fatores influenciadores observados, além do resultado do cálculo das RUP's diária, cumulativa e potencial.

Os tempos auxiliares (aqueles que não agregam valor ao produto final, mas que são necessários) e improdutivos (aqueles que não são necessários ao processo e ao produto) estão incluídos neste indicador. Tais tempos foram rateados de forma proporcional aos tempos produtivos a fim de gerar a RUP final. Esta postura foi adotada para que o indicador possa ser usado em futuros planejamentos e orçamentos, representando com fidelidade o que acontece na obra.

A Figura 39 ilustra graficamente estes valores de RUP diária do oficial, juntamente com os valores de RUP cumulativa. Apresentam ainda a RUP potencial, que é calculada através da mediana das RUPs diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período de estudo. Essa RUP mostra um valor de produtividade potencialmente deste serviço.

ESCAVAÇÃO DAS VALAS										
Dia	Oficial - Operador de Escavadeira				RUP (Hh/m³)				Fatores Influenciadores na Produtividade Diária	Anormalidades
	Hh Diária	Hh Cum.	Qs diária (m³)	Qs Cum. (m³)	RUP Diária	RUP Cum.	RUP Diária < RUP cum.	RUP Pot		
03/set	4,50	4,50	35,70	35,70	0,13	0,13		0,08	Rompimento de ligação de água durante escavação.	
04/set	4,50	9,00	27,54	63,24	0,16	0,14			Rompimento ligação de água durante escavação; escavação com retirada de pavimento cimentado.	
05/set	4,50	13,50	39,78	103,02	0,11	0,13	0,11		Escavação com retirada de pavimento cimentado.	Chuva
08/set	4,50	18,00	36,76	139,78	0,12	0,13	0,12		Rompimento ligação de água durante escavação	
09/set	4,50	22,50	88,74	228,52	0,05	0,10	0,05		Sem interferência	
10/set	4,50	27,00	48,96	277,48	0,09	0,10	0,09		Escavação mais cuidadosa devido a presença de muita interferência (rede de telefonia; ligação de água)	
11/set	4,50	31,50	33,66	311,14	0,13	0,10			Rompimento de ligação de água e rede de telefonia	
12/set	3,50	35,00	79,56	390,70	0,04	0,09	0,04		Sem interferência; Encerraram o expediente 2 horas antes.	
15/set	4,50	39,50	30,60	421,30	0,15	0,09			Escavação com remoção de calçada. Rompimento de rede de Drenagem	
16/set	4,50	44,00	45,90	467,20	0,10	0,09			Instalações de conexões e acessórios	
17/set	4,50	48,50	42,84	510,04	0,11	0,10			Muito tempo aguardando a equipe da retirada das lajotas.	
18/set	4,50	53,00	18,36	528,40	0,25	0,10			Rompimento de rede agua e rede de drenagem (esgoto). Levou um periodo todo para consertar.	
19/set	4,50	57,50	33,66	562,06	0,13	0,10			Muita interferência - rede de agua e drenagem	
22/set	4,50	62,00	64,80	626,86	0,07	0,10	0,07		Longo trecho de escavação com retirada de calçada cimentada	
23/set	-	62,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
24/set	-	62,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
25/set	-	62,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
29/set	4,50	66,50	57,60	684,46	0,08	0,10	0,08			Chuva
30/set	-	66,50	-	684,46	-	-				Muita chuva - sem produtividade
01/out	4,50	71,00	43,20	727,66	0,10	0,10			Muito concreto das calçadas, atrasa o serviço de assentamento	
02/out	4,50	75,50	7,20	734,86	0,63	0,10			Rompimento de rede de drenagem. Enorme transtorno. O dia todo consertando	
03/out	4,50	80,00	10,80	745,66	0,42	0,11			Grande parte do dia consertando estragos do dia anterior	
07/out	4,50	84,50	70,38	816,04	0,06	0,10	0,06		Sem interferência	
08/out	4,50	89,00	42,84	858,88	0,11	0,10				Chuva

Tabela 2 - Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para oficial operador e fatores influenciadores.

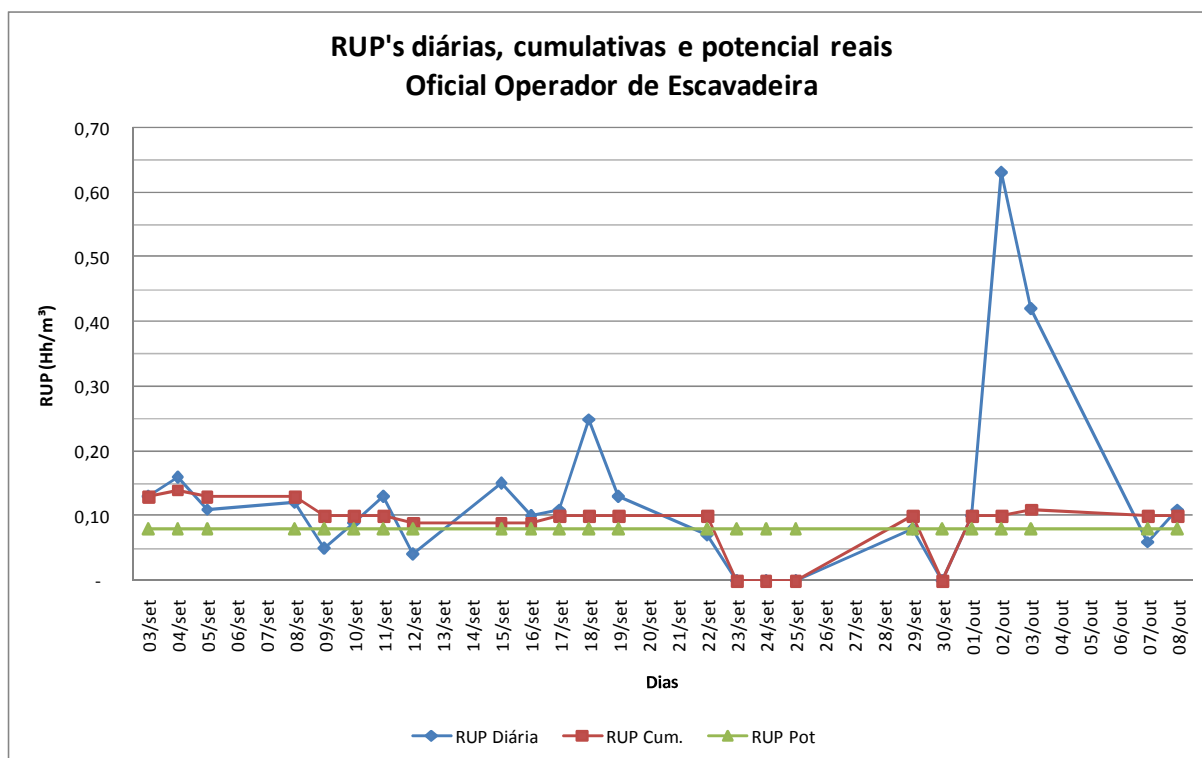


Figura 39 – Gráfico dos índices de produtividades para operador de escavadeira

A RUP diária variou de 0,04 à 0,63 Hh/m³, sendo a produtividade acumulada no final do levantamento de 0,10 Hh/m³. A grande diferença entre o mínimo e o máximo da RUP diária, se deve aos fatores influenciadores. Observando-se um dia em que a produtividade foi ruim, 18 de setembro, por exemplo, ocorreu rompimento de rede de água e rede de drenagem. Já o dia 2 de outubro, onde a produtividade foi muito ruim, ocorreu o rompimento de uma rede de drenagem em período de maré elevada (particularidade daquela região do município, próximo as margens do rio tijucas) gerando um grande volume de água, provocando desmoronamento significativo naquele trecho. Comparando a produtividade acumulada, com a produtividade potencial, que foi de 0,08 Hh/m³, essa diferença é apenas de 0,02 Hh/m³. Isto significa que a RUP acumulada é a que melhor representa a produtividade, e a RUP potencial a ideal para estipular metas para a equipe.

Verifica-se, na Tabela 2, que para os valores de Hh do operador de escavadeira foi contabilizado apenas metade da sua jornada de trabalho, pois o seu tempo disponível era compartilhado com a operação de assentamento.

Observa-se que os dias 03/set e 04/set foram afetados pelo rompimento de ligações de água durante escavação. Este fator foi recorrente durante a obra em função das ligações de água em muitos casos estar distribuídas de forma desordenada dificultando uma identificação prévia.

Analisando o dia 09/set, verifica-se que a RUP diária se comparada com os dias anteriores foi bem melhor, pois não houve registro de interferência, constatando-se que os fatores influenciadores afetam diretamente a produtividade. O dia 09/set se destacou também pelo fato de que não havia pavimentação, tornando mais ágil o serviço de escavação.

A metodologia de trabalho, onde antes da escavação era necessária a espera da retirada do pavimento, afetou em geral a produtividade da escavação, pois gerava um tempo ocioso do operador.

No dia 18/set, ocorreu o rompimento de ligação de água e drenagem ao mesmo tempo, impactando na produtividade. O fato de o município ter um lençol freático elevado, o simples rompimento de uma rede de drenagem provoca um acúmulo significativo de água, necessitando de um tempo de reparo muito grande, pois envolve bombeamento para retirada de água. Essa mesma situação afetou a produtividade nos dias 02 e 03/out. Isto fica bem destacado se observar o gráfico da Figura 35.

Nos dias 23/set, 24/set e 25/set não houve registro de atividade, pois a obra foi paralisada pela fiscalização.

No caso do assentamento da tubulação, as RUP's diárias, cumulativa e potencial foram calculadas para a equipe direta e estão apresentadas na Tabela 3, e ilustrados graficamente na Figura 40.

ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO										
Dia	Equipe Direta: Operador de Escavadeira + 2 serventes				RUP (Hh/m)				Fatores Influenciadores na Produtividade Diária	Anormalidades
	Hh Diária	Hh Cum.	Qs diária	Qs Cum.	RUP Diária	RUP Cum.	RUP Diária < RUP cum.	RUP Pot		
03/set	19,50	19,50	66,00	66,00	0,30	0,30		0,21	Rompimento de ligação de água durante escavação.	
04/set	22,50	42,00	54,00	120,00	0,42	0,35			Rompimento ligação de água durante escavação	
05/set	22,50	64,50	78,00	198,00	0,29	0,33	0,29			Chuva
08/set	22,50	87,00	72,00	270,00	0,31	0,32	0,31		Rompimento ligação de água durante escavação	
09/set	22,50	109,50	174,00	444,00	0,13	0,25	0,13		Sem interferência	
10/set	22,50	132,00	96,00	540,00	0,23	0,24	0,23		Muita inferência (presença de rede de telefonia, agua)	
11/set	22,50	154,50	66,00	606,00	0,34	0,25			Rompimento de ligação de água e rede de telefonia	
12/set	18,50	173,00	156,00	762,00	0,12	0,23	0,12		Sem interferência; encerraram o expediente 2 horas antes.	
15/set	22,50	195,50	60,00	822,00	0,38	0,24			Rompimento rede de Drenagem	
16/set	22,50	218,00	90,00	912,00	0,25	0,24			Instalações de conexões e acessórios	
17/set	22,50	240,50	84,00	996,00	0,27	0,24			Muito tempo aguardando a equipe da retirada das lajotas.	
18/set	21,50	262,00	36,00	1.032,00	0,60	0,25			Rompimento rede agua e rede de drenagem (esgoto). Levou um periodo todo para consertar.	
19/set	21,50	283,50	66,00	1.098,00	0,33	0,26			Muita interferência - rede de agua e drenagem	
22/set	22,50	306,00	108,00	1.206,00	0,21	0,25	0,21		tempo de escavação maior. Escavação com retirada de calçada	
23/set	-	306,00	-	1.206,00	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
24/set	-	306,00	-	1.206,00	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
25/set	-	306,00	-	1.206,00	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
29/set	19,50	325,50	96,00	1.302,00	0,20	0,25	0,20			Chuva
30/set	-	325,50	-	1.302,00	-	-			Muita chuva no dia - não houve produtividade	Muita Chuva - sem produtividade
01/out	22,50	348,00	90,00	1.392,00	0,25	0,25			Muito concreto das calçadas, atrasa o serviço de assentamento	
02/out	22,50	370,50	12,00	1.404,00	1,88	0,26			Rompimento de rede de drenagem. Enorme transtorno. O dia todo consertando	
03/out	22,50	393,00	12,00	1.416,00	1,88	0,28			Grande parte do dia consertando estragos do dia anterior.	
07/out	22,50	415,50	138,00	1.554,00	0,16	0,27	0,16		Sem interferência	
08/out	22,50	438,00	84,00	1.638,00	0,27	0,27				Chuva

Tabela 3 – Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para equipe direta e fatores influenciadores.

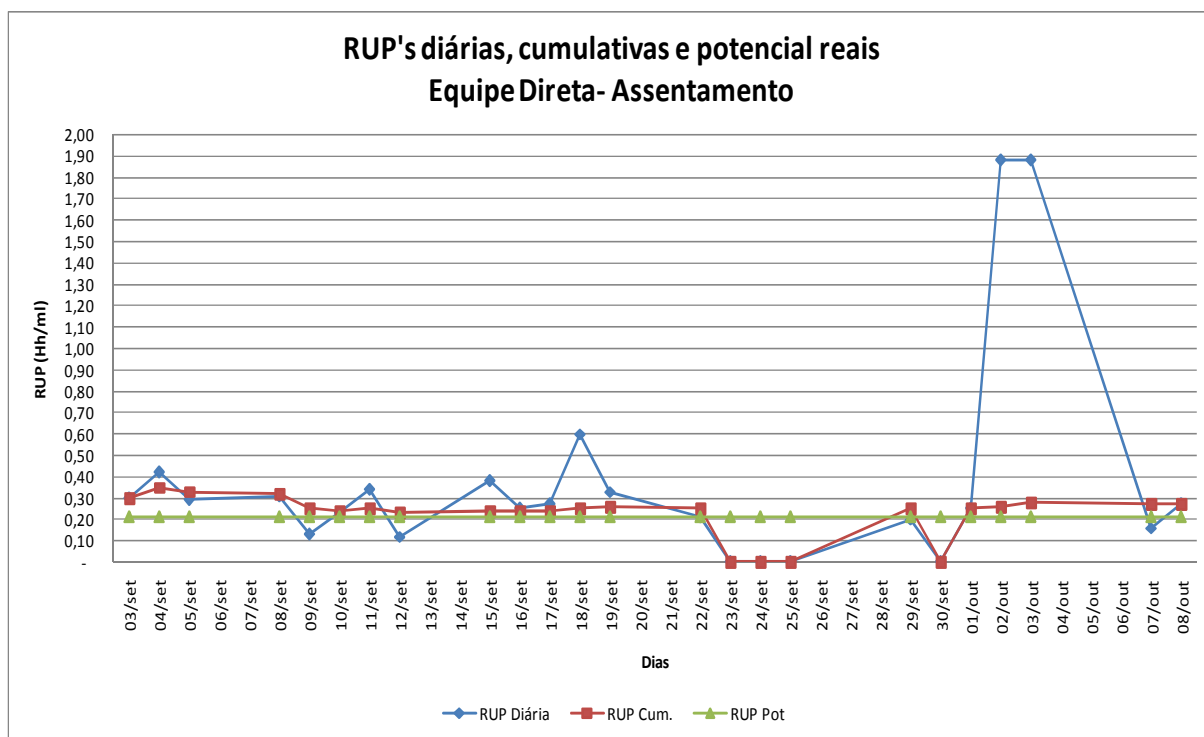


Figura 40 - Gráfico dos índices de produtividades para equipe direta de assentamento

Os índices de produtividade foram calculados para a equipe direta, pois o assentamento ocorria sempre com a presença de 2 (dois) serventes mais o operador da escavadeira. A quantidade de homens hora (Hh), portanto, foi contabilizada somando-se as horas disponíveis da equipe, como é possível observar na tabela 2.

A RUP diária obtida variou de 0,12 à 1,88 Hh/m, sendo a produtividade acumulada no final do levantamento de 0,27 Hh/m. Assim como no serviço de escavação, a grande diferença entre o mínimo e o máximo da RUP diária, é em função dos fatores influenciadores. Como o serviço de assentamento é dependente da escavação, este acabou sendo influenciado pelos mesmos fatores. Comparando a produtividade acumulada, com a produtividade potencial, que foi de 0,21 Hh/m, essa diferença é apenas de 0,06 Hh/m. Novamente, isto significa que a RUP acumulada é que melhor representa a produtividade.

O serviço de assentamento, como foi dito, é diretamente dependente do serviço de abertura de vala. Quando na ocorrência de algum fato que interfira na escavação, este afeta diretamente a operação de assentamento. Desta maneira os

dias mais produtivos e os dias menos produtivos são semelhantes com o serviço de escavação.

Observando pontualmente as produtividades do assentamento na tabela 2, os dias 03/set, 04/set, 08/set, 11/set foram afetados pelo rompimento de ligações de água durante escavação.

O dia 09/set foi o de melhor produtividade, pois não houve registro de interferência, e ainda no trecho assentado não havia pavimentação, o que agilizou o serviço de escavação e conseqüentemente o assentamento.

A baixa produtividade do dia 18/set, e principalmente as dos dias 02/out e 03/out, foram ocasionados pelo rompimento da rede de drenagem, causando uma grande mobilização para o reparo, conforme discutido anteriormente na escavação.

Outro fator de influência registrado foi a chuva, que impossibilitou os trabalhos no dia 30/set, conforme registrado na Tabela 3 e ilustrado no gráfico da Figura 40.

Nos dias 23/set, 24/set e 25/set não houve registro de atividade, pois a obra foi paralisada pela fiscalização.

Quando ocorrem muitas anomalias, como chuva intensa e paralisação dos serviços em decorrência de atos da fiscalização, a RUP potencial é um índice importante, pois ela acaba corrigindo essas distorções.

No serviço de reaterro ocorreu uma particularidade: o operador da retroescavadeira que efetuava o trabalho de reaterro era um dos serventes, e realizava outras funções, como retirada de pavimento, corte de pavimento, limpeza, transporte de material e só realizava o reaterro pontualmente quando se fazia necessário. O seu tempo disponível era dedicado a outros trabalhos, além do de operador de máquinas. Assim, o cálculo da produtividade no reaterro, foi mensurado de maneira diferente dos demais. Foram contabilizados somente os tempos pontuais quando o serviço era realizado, ou seja, somente os tempos produtivos, dividido pela quantidade de serviço executada naquele momento. As horas em que estava envolvido com outras atividades foram alocadas nestas outras. Eventualmente, ocorreu de o trabalhador ficar ocioso na máquina, sem realizar nenhuma atividade. Este tempo foi contabilizado no seu tempo disponível para o reaterro. Isto fica evidenciado nos dias 04/set, 15/set, 18/set e 08/out, como se pode observar na Tabela 4 e no gráfico da Figura 41.

A RUP diária variou de 0,07 à 0,16 Hh/m³, sendo a produtividade acumulada no final do levantamento de 0,10 Hh/m³. A produtividade potencial foi de 0,09 Hh/m³. A diferença entre a RUP potencial e a RUP diária não foi grande, devido a forma como as Hh do operador foram contabilizadas.

O registro pontual da produtividade do reaterro acabou não sendo afetado pelos fatores influenciadores, pois as horas deste trabalhador perdidas foram absorvidas em outros serviços que este trabalhador estava envolvido, como retirada de pavimento.

FECHAMENTO DAS VALAS - REATERRO										
Dia	Oficial - Operador de retro-escavadeira				RUP (Hh/m³)				Fatores Influenciadores na Produtividade Diária	Anormalidades
	Hh Diária	Hh Cum.	Qs diária (m³)	Qs Cum. (m³)	RUP Diária	RUP Cum.	RUP Diária < RUP cum.	RUP Pot		
03/set	3,50	3,50	35,70	35,70	0,10	0,10		0,09		
04/set	4,50	8,00	27,54	63,24	0,16	0,13				
05/set	4,00	12,00	39,78	103,02	0,10	0,12	0,10			
08/set	4,00	16,00	36,76	139,78	0,11	0,11				
09/set	8,00	24,00	88,74	228,52	0,09	0,11	0,09			
10/set	5,00	29,00	48,96	277,48	0,10	0,10				
11/set	4,50	33,50	33,66	311,14	0,13	0,11				
12/set	8,00	41,50	79,56	390,70	0,10	0,11	0,10			
15/set	4,50	46,00	30,60	421,30	0,15	0,11				
16/set	4,00	50,00	45,90	467,20	0,09	0,11	0,09			
17/set	3,00	53,00	42,84	510,04	0,07	0,10	0,07			
18/set	3,00	56,00	18,36	528,40	0,16	0,11				
19/set	3,00	59,00	33,66	562,06	0,09	0,10	0,09			
22/set	6,00	65,00	64,80	626,86	0,09	0,10	0,09			
23/set	-	65,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
24/set	-	65,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
25/set	-	65,00	-	626,86	-	-			Não houve produtividade - Fiscalização paralizou os serviços	
29/set	4,50	69,50	57,60	684,46	0,08	0,10	0,08			
30/set	-	69,50	-	684,46	-	-				Muita Chuva - sem produtividade
01/out	4,00	73,50	43,20	727,66	0,09	0,10	0,09			
02/out	0,50	74,00	7,20	734,86	0,07	0,10	0,07			
03/out	0,76	74,76	10,80	745,66	0,07	0,10	0,07			
07/out	5,00	79,76	70,38	816,04	0,07	0,10	0,07			
08/out	6,00	85,76	42,84	858,88	0,14	0,10				

Tabela 4 – Índices de Produtividades diária, cumulativa e potencial para operador de retroescavadeira.

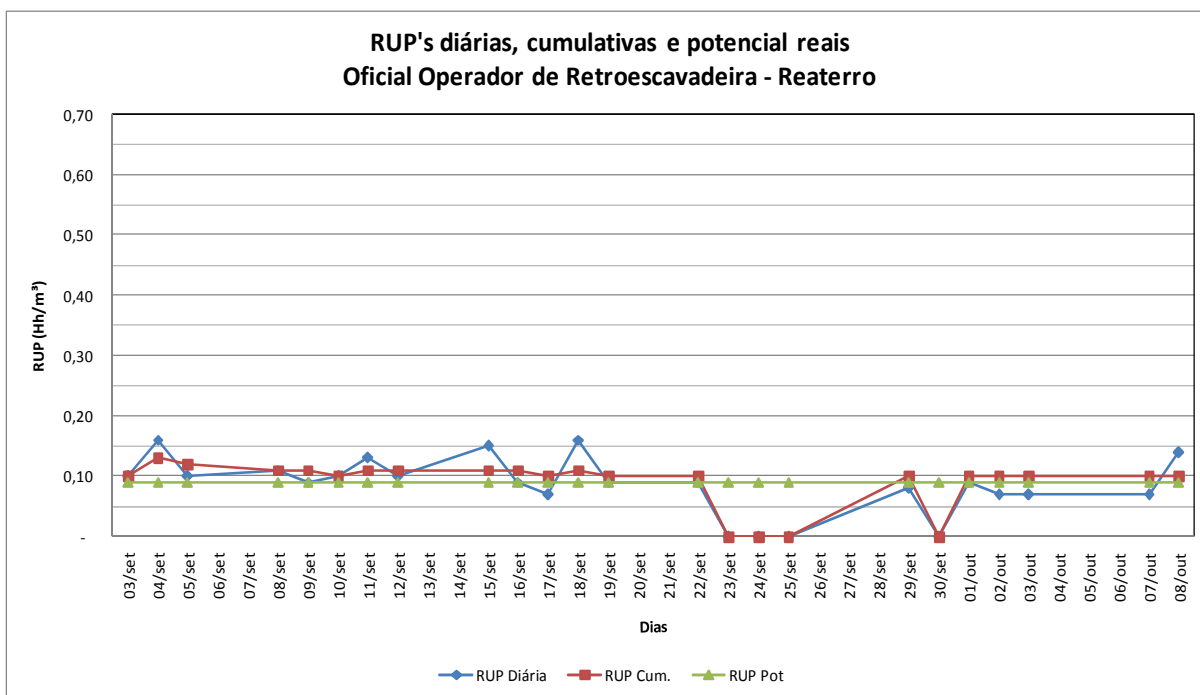


Figura 41 - Gráfico dos índices de produtividades para equipe direta de assentamento

4.5 Sugestão para melhoria da produtividade

Tendo-se realizado a análise dos serviços sob os aspectos da produtividade, serão apresentadas algumas sugestões de melhoria de execução, para busca de melhor eficiência neste tipo de obra.

- **Planejamento operacional:** As empresas devem executar um planejamento operacional levando-se em conta as necessidades da obra. Avaliar para cada tipo, quais os funcionários são os mais adequados para aquele tipo de serviço, bem como pré-estabelecer a sua função específica. Uma vez definida a equipe, se necessário for, aumentar o número de pessoas para que não ocorram sucessivas interrupções na atividade, evitando perda de tempo e consequentemente redução de tempo mobilizado em obra. Outra vantagem, é que dessa forma se evita desvios de função, que interferem diretamente na produtividade.

- **Projeto executivo mais detalhado:** Projeto deve apresentar não somente o traçado e perfil da rede, mas contemplar informações geotécnicas detalhadas regionais, para o melhor planejamento na definição dos equipamentos e mão de obra mais adequado, bem como na definição do plano de ação;

- **Inventário das interferências:** Algo que pode fazer a diferença na produtividade deste tipo de obra, onde a rede de água passa pelo passeio é um inventário detalhado das interferências. O inventário das interferências consiste na identificação prévia e demarcação de todos os pontos geradores de interferências, como ligação de água, esgoto, gás, telefone, e outros.

- **Treinamento da mão de obra:** Por obras deste porte e dimensão não possuírem complexidade na sua execução, as empresas acabam disponibilizando mão de obra nem sempre qualificadas. Para um melhor desempenho nos serviços, é essencial que as equipes sejam bem treinadas e entendam a respeito do serviço que irão realizar. Não é porque a empresa seja de pequeno porte que ela não possa treinar e orientar seus funcionários.

- **Fazer projeto “as built”:** Necessário para reduzir custos de manutenção e para que obras futuras que precisem ser feitas nesta via, como outras redes (esgoto, gás, energia) não passem pelo mesmo problema de rompimento da tubulação, causando problemas não somente para o andamento das obras, como para os cidadãos usuários de tais serviços.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 Conclusões

O objetivo geral do presente trabalho foi atendido, uma vez que foram gerados indicadores de produtividade para o serviço de execução de redes de água.

Quanto ao cumprimento dos objetivos específicos, tem-se que:

- O objetivo específico que previa a caracterização das etapas do processo construtivos da obra de assentamento de rede de água foi cumprido no item 4.2, quando se fez o registro fotográfico e explicação das etapas constituintes deste tipo de execução;
- O diagnóstico quanto à produtividade da mão de obra no serviço de assentamento de uma rede de distribuição de água foi alcançado, uma vez que os dados foram levantados, conforme tabelas 2, 3 e 4 e analisados gerando indicadores RUP potencial 0,08 Hh/m³ para escavação, RUP potencial 0,21 Hh/m para o assentamento e RUP potencial 0,09 Hh/m³ para o serviço de reaterro.
- Os fatores influenciadores envolvidos neste serviço foram observados diariamente e estão apresentados em conjuntos com os dados na tabela 2, 3 e 4.
- A proposição de melhorias para a produtividade da mão de obra foi feita no item 4.5.

A proposição deste trabalho em abordar o tema relativo à produtividade em serviços de engenharia para assentamento de redes de água foi um desafio claro de que se poderia deixar uma contribuição, em termos de dados de produtividade, pelo fato de ainda não se ter dados na literatura que mencione especificamente o assunto.

Os resultados apontaram que o indicador de produtividade RUP diária, foi influenciado diretamente por uma série de fatores registrada ao longo do processo, sendo que o mais importante deles foi o rompimento de ligações de água e rede de drenagem durante a escavação.

Diante disso, as RUP's acumuladas, acabaram sendo as mais representativas dos serviços de assentamento, pois elas amenizam as distorções provocadas pelos fatores influenciadores, principalmente no caso de anomalias extremas pontuais.

Através da caracterização dos serviços, constatou-se que metodologia do processo construtivo por si só gera tempos improdutivos, em função das etapas serem integradas. Para ocorrer o assentamento de um tubo, é necessária antes a retirada do pavimento e abertura da vala. Nesse os operários de assentamento ficam aguardando a conclusão da abertura da vala. Esse tempo de espera é considerado no cálculo da produtividade do assentamento.

Constatou-se que tanto os fatores relacionados ao conteúdo do trabalho, referente ao projeto, quanto ao contexto do trabalho, relacionado a gerencia e método operacional, afetaram a produtividade diária. Dentre os dois, os fatores relacionados ao contexto do trabalho foi o mais evidente. Um planejamento prévio neste tipo de atividade é fundamental para definição da estratégia e método operacional, a fim de se minimizar o máximo possível os fatores influenciadores da produtividade.

5.2 Sugestão para trabalhos futuros

Através da presente pesquisa e ausência de estudos de produtividade relativos a este tipo de atividade, fica como sugestão para trabalhos futuros os seguintes temas:

- A realização de mais pesquisas sobre o assunto, em obras de diferentes portes, para se poder identificar a existência de outros fatores influenciadores e sua interferência nos índices de produtividade.
- A realização de estudos que se obtenham índices de produtividades levando-se em consideração todo o processo construtivo, não somente cada etapa isoladamente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E.L. **Uso de indicador de produtividade como avaliador da gestão de serviços de construção.** II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído - Fortaleza, CE. 2001. 12p.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L.; **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/269, p.28, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9822 - Execução de tubulações de PVC rígido para adutoras e redes de água.** Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** 3ª ed. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab.** Brasília, 2007.

DONATTI, L.G. **Produtividade de mão de obra e consumo de materiais em revestimentos argamassados – Um estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Ijuí/RS, 2013.

FALETTI, M.; GHISLENI, R. H. **Diretrizes para melhoria da qualidade e produtividade no serviço de alvenaria de vedação.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte. Editora UFMG, 2006.

LUCCAS, A. V. *et al.* **Análise da gestão organizacional de construtoras atuantes na região de Curitiba por meio de indicadores de produtividade e critérios de excelência em gestão.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Produção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2014.

MAEDA, F. M. **Produtividade da mão de obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MARDER, T. S. **A produtividade da mão de obra no serviço da alvenaria no município de Ijuí.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Ijuí/RS, 2001.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras.** São Paulo: Pini, 2006.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **Saneamento: Brasil investirá mais de R\$ 500 bilhões para universalizar serviço.** Disponível em: <
<http://www.pac.gov.br/noticia/d4d2c3cc>> Acessado em: 06/03/2015.

MORENO, J.; QBER, N.; ONOFRE, R.M.; SOUZA, R.M.G.L; **Manual de controle da qualidade e operação do sistema de abastecimento de água.** São Paulo, 2012.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª edição. São Paulo, 2006.

SANTOS, A. dos. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: Um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

SILVA, M. A. C. **Gestão da produtividade**. In: Qualidade e Produtividade na Construção Civil. São Paulo, EPUSP-ITQC, 1993.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: Manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1ª edição. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2006, 100 p.

SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2008.

PORTAL BRASIL – GOVERNO FEDERAL. **Governo federal libera R\$ 2,8 bilhões para saneamento**. Disponível em: <
<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/05/governo-federal-libera-r-2-8-bilhoes-para-saneamento>> Acessado em: 06/03/2015.

PRINCE, A. A. (2006). **“Rede de distribuição”**. In: **Abastecimento de água para consumo humano**. Org. por Heller, Léo; Pádua, Valter Lúcio de. Editora UFMG, Belo Horizonte – MG, pp. 603-681.